Anno VI. TORINO, Aprile 1912. Num. 4.

RIVISTA DI ASTRONOMIA

E SCIENZE AFFINI

Bollettino della Società Astronomica Italiana

EDITO DALLA STESSA

Sede Principale: **TORINO, Via Maria Vittoria, num. 23**

presso la Società Fotografica Subalpina

Abbonamento per l'Italia e l'Estero L. 12 all'anno

Un fascicolo separato L. 1.

Deposito **per l'Italia:** Ditta G. B. Paravia e Comp. (Figli di I. Vigliardi-Paravia) Torino-Roma-Milano-Firenze-Napoli.

TORINO

Stabilimento Tipografico G. U. Cassone

Via della Zecca, 11.

1912.

SOCIETÀ ASTRONOMICA ITALIANA = TORINO =

Via Maria Vittoria, N. 23

presso la SOCIETÀ FOTOGRAFICA SUBALPINA

Fondata nel 1906

Consiglio Direttivo

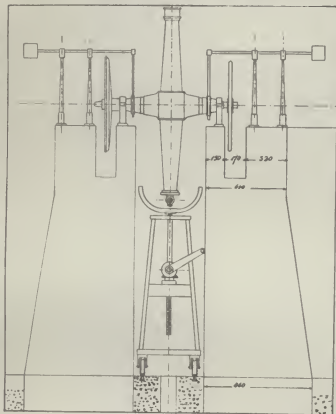
Avviso relativo alla Corrispondenza della Società.

1° L'invio delle quote sociali, degli abbonamenti alla Rivista, delle inserzioni, ecc. deve essere fatto al *Tesoriere* dottor FELICE MASINO, via Maria Vittoria, num. 6, Torino.

2° Per la redazione della Rivista e per l'ordinaria amministrazione della Società, indirizzare la corrispondenza al *Segretario* dott. GUIDO HORN, R. Osservatorio dell'Università di Bologna.

Occasione

Da vendere il Cerchio Meridiano del Collegio Romano di Roma, già adoperato dal Padre Secchi ed ora disponibile dopo la sua sostituzione col nuovo **Gran Cerchio Meridiano Salmoiraghi.**

Indirizzarsi alla « FILOTECNICA », via R. Sanzio, 5 — MILANO.

Indirizzarsi alla « FILOTECNICA », via R. Sanzio, 5 — MILANO.

Lo strumento è munito di cerchio di 90 cm. di diametro, quattro noni a due secondi, cannocchiale di 100 mm. di apertura. Costruzione Ertel. È possibile l'applicazione di due o quattro microscopi a vite micrometrica al secondo per la lettura del Cerchio.

Macchina per l'invertimento dei poli.

Anno VI. Torino, Aprile 1912. Num. 4.

RIVISTA DI ASTRONOMIA
E SCIENZE AFFINI
Bollettino della Società Astronomica Italiana
(edito dalla stessa)

LO SPETTRO E LE RADIAZIONI MONOCROMATICHE DEL SOLE

La presente conferenza ebbe origine per cortese invito del senatore prof. Vito Volterra, e venne letta una prima volta alla Società Italiana di Fisica in Roma, il 16 dicembre 1911; venne poi ripetuta alla Sede Centrale della Società Astronomica Italiana in Torino, il 7 marzo 1912. Ricordo con grato animo l'interesse e la benevolenza dell'esimio consocio senatore Volterra, del mio Direttore prof. Elia Millosevich e di tutti coloro che a Roma e a Torino vollero accordarmi gentile attenzione.

Il Consiglio Direttivo della nostra Società volle, per sua cortesia, invitarmi a parlare qui in Torino su qualche argomento riguardante la fisica del Sole, e se al difficile incarico mi parve così ardua rispondere in modo degno, pure ho tentato di farlo, essenzialmente per due ragioni.

La prima è, che ciò significa essere vivo l'interesse per questo ramo di scienza ed è quindi doveroso, che coloro i quali se ne occupano per professione, alimentino tale tendenza cercando di porre al corrente dei suoi recenti progressi quelli, che pur desiderosi di apprenderli, non hanno il tempo o l'opportunità di farlo. Non so se questa esposizione riuscirà nell'intento che mi propongo, ma, comunque sia, per cercare di trarre il maggior profitto, almeno dalle proiezioni che seguiranno sullo schermo, sarei ben lieto di dare quegli schiarimenti, che possono essere desiderati sull'una o sull'altra, a complemento ed a maggiore intelligenza di quanto sto per dire. La seconda ragione è, dirò così, personale, e proviene dal grande desiderio, che io avevo di imparare a conoscere la sede centrale della Società Astronomica e la Sezione di Torino, che supera per il numero di soci e per la sua attività tutte le altre Sezioni. Si deve fare l'augurio, che l'esempio di Torino sia di sprone all'incremento ed al progresso continuo della nostra Società, e nel mentre ringrazio vivamente il Consiglio Direttivo per l'onore che volle farmi, credo di interpretare il sentimento di tutti inviando un saluto ai membri

del Consiglio assenti ed in ispecial modo a Vincenzo Cerulli, al quale giungano pure i sentimenti della nostra sincera riconoscenza, per l'opera sua indefessa spesa a favore di un così nobile scopo.

L'illustre consocio Giorgio Hale, due anni e mezzo or sono, parlava in Roma, per invito della Società Italiana di Fisica, delle importanti scoperte sui campi magnetici nelle macchie del Sole, che egli da poco aveva fatto nel suo Osservatorio di Monte Wilson in California, e con la chiarezza di parola e di pensiero che gli son propri, dava un'idea dei geniali e potenti mezzi di ricerca da lui adoperati e dei risultati ottenuti. La sua conferenza venne poi stampata nella nostra Rivista, e se rammento adesso questo fatto si è perchè io riferirò in gran parte sui lavori eseguiti a Monte Wilson, da Hale o dagli astronomi di quell'Osservatorio. Senza fermarmi ora a parlare in dettaglio dei campi magnetici, ricorderò che essi furono scoperti per la presenza dei vortici attorno alle macchie del Sole, che si rivelarono nelle fotografie ottenute con la riga rossa ($H\alpha$) dell'idrogeno. La circolazione dei corpuscoli in detti vortici rendeva probabile la produzione di potenti campi magnetici, che si manifestarono nello spettro delle macchie col fenomeno di Zeemann, cioè collo sdoppiamento delle righe di Fraunhofer.

Cercherò invece di descrivere più particolarmente le apparenze, che ci presenta il Sole quando si esamini la sua superficie in una radiazione monocromatica, e quelle peculiarità dello spettro, che ci svelano la circolazione dei vapori della fotosfera e la rotazione solare. Se molto si è fatto, e molto si è investigato con successo da una diecina di anni a questa parte, specialmente dopo la scoperta dello spettroeliografo, sui problemi di fisica solare, pure si deve convenire che siamo ancora in presenza di punti dubbi ed oscuri, sì che è certo prematuro il voler tentare spiegazioni e teorie sulla costituzione generale e sulle forze speciali proprie all'astro che ci dà la vita: sarà quindi prudente attenersi il più possibile ai fatti osservati, e tentare il meno possibile di spiegarli con conclusioni generali.

Il Sole occupa un posto ben determinato nella evoluzione stellare, ed è naturale, che data la sua grande vicinanza a noi al confronto delle stelle, tutti gli sforzi sieno rivolti allo studio dei fenomeni che ci presenta la sua superficie, per poi interpretare con successo quelli più complessi che si osservano sulle stelle fisse. Chi accosta l'occhio al cannocchiale, sia questo di grandi o piccole dimensioni, per esaminare la superficie del Sole, si fa subito un concetto delle difficoltà che il suo studio presenta: tranne le macchie, le facole e la granulazione propria

alla fotosfera, altro non si vede sul disco luminoso, e ciò nonostante è certo degno di nota quello che hanno potuto osservare gli investigatori che da Galileo in poi del solo cannocchiale fecero uso nelle loro ricerche. Coll'applicazione dello spettroscopio, e più tardi, colla scoperta dello spettroeliografo, che si deve essenzialmente ad Hale, si apriva un campo molto vasto di studio, come si comprende facilmente, quando si confrontino le fotografie ottenute nella luce bianca o, appunto collo spettroeliografo, nella riga H del calcio, e nella riga $H\alpha$ dell'idrogeno. Mentre le prime non presentano che la granulazione della fotosfera e le macchie colla loro ombra e penombra, le seconde presentano generalmente nubi lucenti di vapore di calcio o « flocculi » occupanti vaste regioni che nella luce bianca pare si trovino in una quieta relativa, e le fotografie nella luce di idrogeno mostrano anche più dettagli colla particolare struttura dei flocculi chiari ed oscuri. Questi sembrano spesso soggetti ad una forza centrale dovuta probabilmente ad un profondo sconvolgimento degli strati sottostanti. Se una data riga dello spettro è di notevole larghezza, e d'altra parte la dispersione e la distanza focale dello spettroeliografo permettono di puntare la seconda fessura di questo in varie parti della riga stessa, si potrà vedere come varia la distribuzione e la struttura dei flocculi sulla superficie solare, in conseguenza della lunghezza d'onda che si prende in esame. Così, ad esempio, puntando la seconda fessura dello spettroeliografo dove comincia l'assorbimento nello spettro per parte del vapore di calcio, e precisamente in quella parte esterna della riga che si denota anche con H_1, si ottiene uno spettrogramma che differisce poco o punto da ciò che si ottiene nello spettro continuo, e cioè le macchie circondate dalle *faculae*. Ma se ci avviciniamo gradatamente al centro della riga fino a raggiungere la parte centrale, chiamata anche H_2, si vedono man mano ingrandirsi le regioni dei flocculi brillanti che stanno attorno, e coprire le macchie, tanto che l'aspetto generale della fotografia cambia sostanzialmente da quello che si aveva con lo spettro continuo.

Sulla base della legge di Kirchhoff si cerca di spiegare la larghezza delle righe colla differente densità del vapore, che dà luogo a maggiore o minore assorbimento, e quindi poichè man mano che ci si allontana dalla superficie del Sole in regioni di bassa pressione la densità del vapore decresce, e a questa diminuzione di densità corrisponde una diminuzione nella larghezza delle bande, è chiaro che le fotografie ottenute avvicinando gradatamente la seconda fessura al centro della riga dovrebbero corrispondere a diversi livelli del vapore sulla superficie solare.

*
* *

Nelle regioni di grande attività non è raro il caso di osservare fenomeni che sembrano intimamente connessi fra loro, sia che accadano contemporaneamente, sia che l'uno sia causa dell'altro. Anche qui lo spettroeliografo è di valido aiuto: seguendo sugli spettroeliogrammi la nascita delle macchie, accade qualche volta di notare, che essa è anteceduta da un flocculo ed avviene presso a poco alla stessa longitudine eliografica di un'altra macchia esistente, già ben sviluppata nell'opposto emisfero. Un nesso fisico in questo caso sembra evidente, come pure nei casi non difficili, di una considerevole perturbazione, che si vede ripetersi ad immagine di se stessa in altra latitudine, o di un gruppo attivo di macchie, che è accompagnato da un gruppo meno attivo, alcuni gradi più boreale o più australe. Coppie di macchie di tal genere cioè di egual longitudine per latitudine di segno opposto non sono infrequenti, e per stabilire se tali apparizioni sono effetto del caso, oppure di una reale azione reciproca fra due focolari di attività, si possono esaminare le carte delle macchie solari di Carrington e Spörer e serie di spettroeliogrammi come quella già ricca dell'Osservatorio Yerkes. Questa ricerca conduce a stabilire che le dette coppie, sul numero totale delle macchie, non sono in numero maggiore di quello richiesto dalla semplice probabilità e quindi per questa via non si può per ora arrivare ad una conclusione. L'insufficienza attuale di questa prova statistica e la possibilità che il nesso fisico, se esiste, sia piuttosto interno che esterno alla superficie solare, e quindi non accessibile ai nostri mezzi di osservazione, fa pensare che sia poco probabile di poter cogliere fenomeni esterni di azione reciproca fra le macchie. Tuttavia il 10 settembre 1908 il sig. Fox ed io (1), fotografando il Sole nella luce della riga $H\alpha$ dell'idrogeno, collo spettroeliografo Rumford attaccato al rifrattore di 40 pollici, ci accorgemmo di una grande eruzione che aveva luogo in una regione compresa fra due macchie. Prendemmo spettroeliogrammi per tutto quel giorno ed ottenemmo così una serie di lastre, che mostrano una completa comunicazione fra le due macchie. Queste si trovavano una al nord, l'altra al sud dell'equatore solare, quasi alla stessa longitudine eliografica ed in quella rotazione passarono al meridiano centrale del Sole il 9 settembre.

Una fotografia presa il 10 settembre nella luce di calcio mostra una notevole attività attorno alle macchie, ma specialmente molte eruzioni

(1) Cfr. *Astrophysical Journal*, vol. XXIX, pag. 40, 1909.

nella macchia boreale, altre fotografie nella riga rossa dell'idrogeno prese nello stesso giorno rivelano una maggiore intensità di eruzioni nel gruppo boreale, un maggior splendore dei flocculi nel gruppo australe ed un leggiero accentuarsi di un flocculo isolato che precede il gruppo boreale. Non esiste poi alcun accenno ad una prossima grande eruzione. L'osservazione spettroscopica visuale alle $7^h 30^m$ (tempo medio di Greenwich) indicò un violento getto di idrogeno nella immediata vicinanza della macchia australe. Venne allora esposta una lastra e su di essa e nelle seguenti si notano grandi cambiamenti. Una brillante eruzione aveva luogo nella penombra della macchia australe e poco più in là ne seguiva un'altra più grande ed in straordinaria attività, così da estendersi verso l'Est ed il Sud in forma di uno stivale più luminoso all'estremità. Questa eruzione si divideva verso il Nord in due rami, uno andava quasi a toccare la macchia boreale, l'altro, fatto di una catena di eruzioni vivissime, andava accostandosi al flocculo isolato. Questo flocculo, residuo di una macchia scomparsa, si era fatto intenso e spingevasi esso pure all'incontro della catena di eruzioni e verso la macchia boreale. Da questa si vide uscire nelle seguenti fotografie ($8^h 16^m$ e $8^h 25^m$ t. m. G.), una eruzione, che andava ad incontrare quelle che si avanzavano dal Sud e dal flocculo, tanto che, precisamente nella seconda, l'unione fra le macchie australe e boreale si fece completa. Dopo questo massimo di attività, il ritorno ad una tranquillità relativa fu altrettanto rapido quanto il prodursi dello sconvolgimento. L'osservazione della riga Hα alle $9^h 30^m$ rivelava una discesa del gas entro le regioni eruttive della macchia australe: la misura dello spostamento della riga sulle fotografie diede una velocità di allontanamento, cioè verso gli strati interni del Sole, di circa 100 chilometri per secondo, e 170 nella grande eruzione ad Est della macchia. In fotografie prese alle $9^h 39^m$ e $9^h 48$ t. m. G. si vide tale eruzione staccarsi dalla macchia e diminuire d'intensità, diminuzione che seguitò anche in lastre seguenti.

Così dunque la notevole perturbazione che unì le due macchie, distanti l'una dall'altra circa 225 mila chilometri, durò meno di 4 ore e la sua storia è raccolta quasi completa nella serie di fotografie ottenute. Per il calcio non potemmo ottenere che una fotografia alle $10^h 51^m$ quando la burrasca era già passata. Paragonando questo spettroeliogramma coll'altro precedente delle $8^h 39^m$ non vi si notano grandi cambiamenti. Pure differenze in qualche dettaglio fanno supporre che anche il calcio abbia partecipato alla perturbazione. Altre lastre prese in luce d'idrogeno il giorno dopo (11 settembre) mostrano il ritorno della su-

perficie solare ad una relativa tranquillità. Misure della posizione eliografica delle macchie e dei flocculi diedero per risultato, che dall'8 al 12 settembre la macchia australe non mutò sensibilmente le sue coordinate, mentre la macchia boreale si avvicinò alla australe di 3°.3 in longitudine ed 1°.7 in latitudine. I flocculi di calcio non diedero alcun movimento, nè di traslazione nè di rotazione.

Secondo una recente teoria solare sviluppata dal sig. Emden (1) in seguito ai suoi studi sulle sfere gassose, pare probabile che nel Sole ruo-

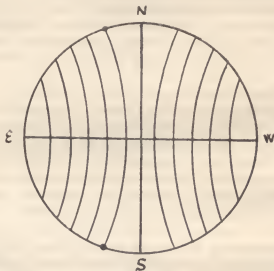



Fig. 1.

tante si formino delle superficie di separazione o di discontinuità, che avrebbero la forma accennata nella figura 1. La differenza delle velocità lineari delle due parti delle superficie di discontinuità dà luogo ad una formazione sempre crescente di onde, che alla fine si frangono e si mutano in vortici grandiosi, nell'interno dei quali si compie il miscuglio di una gran parte delle masse dei due strati. Se il vortice che si forma per l'arrotolarsi delle superficie di discontinuità non è troppo lungi dalla superficie del Sole, esso si vedrà come si vede un vortice sulla superficie dell'acqua. Segue da queste considerazioni che due macchie, appar-

(1) R. Emden-Gaskugeln: *Anwendungen der mechanischen Wärmetheorie*. Leipzig, 1907, pag. 402.

tenenti alla stessa superficie di separazione, possono rendersi visibili sulla fotosfera alla stessa longitudine, e che lungo tale superficie di discontinuità si abbia uno sconvolgimento di tutta la fotosfera per effetto delle masse che salgono dall'interno del Sole a sostituzione di quelle trascinate giù dai vortici.

Accennerò anche ad un probabile legame del fenomeno qui trattato con una burrasca magnetica sulla Terra. Hale nel discutere il campo magnetico delle macchie solari conclude, che a causa del rapido decrescere dell'intensità del campo coll'altezza, le tempeste magnetiche terrestri non possono essere provocate direttamente da questi campi, ma che più probabilmente la loro origine deve ricercarsi in quelle eruzioni, che negli spettroeliogrammi si vedono nelle regioni vicine alle macchie. Una eruzione solare della intensità di quella qui studiata avrebbe dovuto produrre un effetto notevole sulla Terra. Infatti gli strumenti magnetici terrestri registravano una grande tempesta magnetica 26 ore dopo il momento della attività massima della burrasca solare. Ciò che è in accordo coi risultati delle ricerche di Riccò e Maunder sulle relazioni tra i fenomeni solari e terrestri.

Le accennate eruzioni che si vedono proiettate sul disco, quando per la rotazione solare vengono portate al lembo, si vedono sotto forma di protuberanze, le quali si possono pure fotografare nelle diverse luci, purchè però venga coperto tutto il disco con un piatto metallico che impedisca alla luce della fotosfera d'impressionare la lastra e lasci passare soltanto la luce proveniente dalla cromosfera e dalle eventuali protuberanze. Lo studio della fotosfera e delle protuberanze collo spettroeliografo dà il modo di trovare la corrispondenza che esiste fra le perturbazioni di quella e l'apparire di queste. In generale alle parti brillanti che più spiccano nelle nubi di vapore di calcio, le quali circondano i gruppi di macchie, si vedono corrispondere delle protuberanze eruttive, ma non sempre si trova una relazione fra i due fenomeni, e per la rapidità con cui essi avvengono, e per la difficoltà di seguire bene il corso degli avvenimenti quando ci si avvicina al lembo del Sole. Questo, per esempio, è il caso di una notevole protuberanza fotografata da Fox il 21 maggio 1907 (fig. 2), senza che si potesse trovare alcuna perturbazione alla base della protuberanza sullo spettroeliogramma del disco. Ma se si pensa che dalla fotografia 1 alla 4 non è trascorsa che un'ora e mezza e che già nell'ultima figura si capisce che il fenomeno è sul finire, ciò non sembrerà strano. La fotosfera, come si è detto, è coperta da un disco metallico e dove questa termina si vede comparire l'orlo

brillante della cromosfera. La protuberanza è dapprima manifestamente unita alla superficie del Sole, e la sua vetta cadendo sul disco forma un anello, che sospinto da una corrente ignota, si allontana dalla cromosfera e resta su essa sospesa. Poi l'anello si scioglie e la protuberanza svanisce raggiungendo al suo massimo l'altezza di 320 mila chilometri.

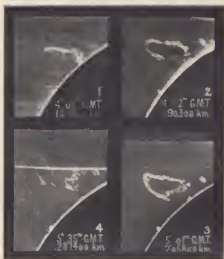



Fig. 2.

Protuberanza eruttiva. 21 maggio 1907.

Da studi di fenomeni analoghi a questo, Fox conclude (1) che la nascita di una macchia è sempre accompagnata e generalmente preceduta da una eruzione. Nelle prime ore di vita della macchia l'eruzione può parzialmente o interamente coprire le macchie e spesso precederle nella direzione della rotazione solare. Una eruzione raramente precede una singola macchia già matura ma, se questa cresce con molta attività, allora si trovano certamente eruzioni all'orlo seguente della penombra. Esse accompagnano le macchie che sono in rapido declinare spesso trovandosi all'estremità dei ponti, cioè di quegli archi luminosi che attraversano l'ombra. Il fenomeno dello svilupparsi di una macchia, dopo l'apparire di una eruzione, è così generale che è possibile, dalla comparsa di questa, predire quasi con certezza la formazione di una macchia.

Che le protuberanze possano prendere parte al movimento vorticoso che si rivela negli spettroeliogrammi, lo mostra la serie di fotografie riprodotte nella *Rivista* (2), ottenute collo spettroeliografo Rumford nella luce di calcio dal 25 al 29 luglio 1908: la protuberanza che per la sua durata e per la lentezza con cui si svolse il fenomeno, si può ascrivere al tipo delle protuberanze quiescenti, rassomiglia un poco alle trombe terrestri.

---

(1) *Astrophysical Journal*, vol. XXVIII. 1908, pag. 253.

(2) Anno III, giugno 1909.

***

L'importanza di poter disporre di una grande dispersione per investigare non solo le diverse parti di una stessa riga dello spettro, ma anche righe di altri elementi che non hanno la larghezza di quelle del calcio e dell'idrogeno e le difficoltà, d'altra parte, di attaccare a cannocchiali mobili, spettrografi e spettroeliografi di grandi dimensioni e no-

Fig. 3.

Spettroeliografo di 5 piedi annesso al telescopio Snow di Monte Wilson.

tevole peso, fecero pensare ad Hale, dapprima i telescopi fissi orizzontali, poi quelli verticali.

Così si ebbe il telescopio Snow (1), a cui è annesso lo spettroeliografo di 5 piedi, che ha la distanza focale di m. 1,52 e come mezzo dispersivo da uno a quattro prismi di vetro di Jena con le facce alte 21 cm. e larghe 12. Tutto l'apparecchio è mobile su sfere d'acciaio, ma quasi tutto il suo peso è sostenuto da circa 250 chilogrammi di mercurio che si trova in un serbatoio alla sua base (fig. 3). Si distinguono nella figura la prima e la seconda fessura; davanti alla prima sta in posizione il disco di metallo che serve a coprire quello solare durante la fotografia delle protuberanze, davanti alla seconda si pone la lastra fotografica.

---

(1) *Rivista di Astronomia*, anno III, ottobre 1909, pag. 379 e segg.

Il confronto fra le fotografie ottenute con questo spettroeliografo e con quello Rumford dell'Osservatorio Yerkes, conduce subito a conchiudere che esse presentano notevoli differenze, dovute in parte a mutamenti reali della superficie solare, ma in gran parte anche alla dispersione propria allo strumento, per la quale, a seconda che si prende tutta la riga od una porzione di essa, si hanno diverse apparenze, come del resto si è visto che avviene per il calcio. Le stesse macchie di cui si è discussa poco fa l'azione reciproca, furono fotografate anche a Monte Wilson negli stessi giorni e sono proprio quelle che per la loro estensione meglio servirono ad Hale per lo studio delle polarità di nome opposto presentate dai vortici destrorsi e sinistrorsi. Non si notano in questi spettroeliogrammi quei flocculi lucenti dovuti alla parte mediana della riga, che si può isolare collo spettroeliografo Rumford, causa la maggiore dispersione data dal reticolo, e si vedono invece quegli oscuri, uno dei quali, nello stesso giorno in cui avvenivano la perturbazione e l'unione per mezzo di flocculi lucenti fra la macchia australe e boreale, manifestava sulla penombra della macchia boreale e ad occidente di essa, una notevole attività, prolungandosi lungi dalle macchie, senza però che la sua base si staccasse dalla penombra. A dire il vero, i moti propri di questi flocculi attorno alle macchie sono ancora non troppo chiari, chè se qualche volta sembrano partecipare al moto vorticoso col centro nelle macchie, spesso invece essi rimangono per lungo tempo relativamente immobili anche in regioni attive. Il flocculo oscuro, che ad esempio, (fig. 4) si trova presso a questo gruppo attivo di macchie (1) si continua a vedere in una numerosa serie di fotografie, e la sola variazione che vi si può notare è un periodico avvicinamento e allontanamento alla macchia che sta presso alla sua estremità occidentale. Per chiarire questo ed altri punti, uno spettroeliografo molto più potente, di 9 metri di distanza focale, che può essere usato o con un prisma liquido con facce di 30 cm. di diametro, o con un reticolo di Rowland, fu allora ideato e costruito, in unione con un telescopio verticale. Già fotografie simultanee della stessa regione del Sole, fatte per mezzo di una speciale disposizione, con due o tre righe, in differenti parti dello spettro hanno dato buoni risultati. Ma l'opera, appena cominciata, fu momentaneamente interrotta, e nella speranza che verrà presto ripresa con successo,

(1) Cfr. G. E. Hale and F. Ellerman: *On the nature of the Hydrogen Flocculi and their structure at different levels in the solar atmosphere.* « Proceedings of the Royal Society », A, Vol. 83, 1909.

lascerò ora questo argomento, per dire invece qualche cosa dei risultati ottenuti col telescopio verticale o *torre solare* (1), che segnò veramente un grande progresso. Ciò si deve sia alla elevazione dal suolo degli specchi e dell'obbiettivo, così che vengono meno notate le perturbazioni atmosferiche degli strati d'aria più vicini al suolo, sia perchè ciò per-

Fig. 4.

Flocculi chiari ed oscuri di idrogeno presso ad un gruppo attivo di macchie, 2 settembre 1908.

mise di porre lo spettrografo e lo spettroeliografo in un pozzo, alla base della torre, in modo che questi strumenti si trovano in un ambiente a temperatura quasi costante, condizione questa di capitale importanza in lavori di tale specie.

A causa della scala notevole dell'immagine solare data dalla torre e dello spettro, dato dallo spettrografo di 9 metri di distanza focale, che sta nel sottosuolo, le particolarità delle diverse regioni del Sole, sulle macchie, ai lembi, sui flocculi possono venire minutamente analizzate,

---

(1) *Rivista di Astronomia*, settembre ed ottobre 1909.

ed è appunto con questi strumenti che Hale studiò l'allargamento e lo sdoppiamento delle righe nello spettro delle macchie e scoprì che esse sono sede di campi magnetici. Tralasciando di parlare di quelle particolarità delle righe dovute all'effetto Zeemann, ricorderò che lo spettro delle macchie diversifica notevolmente da quello della fotosfera per la intensità relativa delle righe, le quali, quando attraversano le macchie, si presentano o rinforzate ed allargate, o indebolite, od anche mancano completamente, mentre ne compariscono di nuove. Lo studio dettagliato di tutte le righe visibili è stato fatto e si continua a fare dagli astrofisici, e per facilitarne il cómpito, una mappa dello spettro delle macchie, analoga a quella classica di Rowland, è stata eseguita da Ellerman in 26 sezioni di 100 Angström ognuna, che dà il modo di notare subito le differenze fra lo spettro della fotosfera e quello delle macchie nelle varie lunghezze d'onda.

Fino a poco tempo fa non si era notato alcun spostamento regolare delle righe nell'interno delle macchie e soltanto quando la macchia era soggetta ad eruzioni violente si osservavano spostamenti notevoli dovuti al moto dei vapori lungo la visuale. Recentemente il sig. Evershed (1) dell'Osservatorio di Kodaikánal, nell'India inglese, con un telescopio ed uno spettrografo orizzontali, scopriva nella penombra delle macchie uno spostamento delle righe, regolare e permanente. Pare strano che cogli spettrografi a grande dispersione di Monte Wilson non si fosse notato questo fatto, ma la ragione sta in ciò, che a quell'Osservatorio per ottenere lo spettro delle macchie puro, si isola completamente con schermi speciali l'ombra della macchia, ed invece quegli spostamenti piccolissimi non si vedono, che prendendo insieme lo spettro della fotosfera, penombra ed ombra, mostrandosi allora le righe come spezzate nel punto dove passano sulla penombra. Dalla discussione delle osservazioni fatte su di un gran numero di macchie, Evershed conclude, che in ogni macchia da lui esaminata, il moto dei vapori metallici nella penombra si manifesta con uno spostamento di tutte le righe di assorbimento quando la macchia dista non meno di 15° dal centro del disco solare, ed è bisecata dalla fessura dello spettrografo, in una direzione che passa attraverso al centro del disco. In queste condizioni le righe, nell'attraversare la macchia, invece di apparire diritte, sono inclinate più o meno alla direzione delle righe della fotosfera. La inclinazione è sempre verso il violetto dalla parte della macchia più vicina al centro del disco, e verso il

---

(1) *Kodaikánal Observatory*, Bulletin n. XV e *Memoirs*, vol. I, part I, 1909.

rosso dalla parte più vicina al lembo del Sole. Non si ottiene alcun apprezzabile spostamento delle righe quando la fessura è posta perpendicolarmente alla direzione del centro del disco e centrale attraverso l'ombra. L'ipotesi di un movimento radiale rispetto alle macchie, diretto cioè dal loro centro verso l'esterno, parallelo alla superficie del Sole, ed in accelerazione verso l'estremo limite della penombra, fino ad oltrepassare i due chilometri per secondo, sembra che spieghi discretamente i fenomeni osservati, sempre che si ponga a base degli spostamenti il principio di Doppler. Queste conclusioni preliminari di Evershed vanno accolte con qualche riserva, chè infatti, come avevo occasione di notare eseguendo alla torre fotografie analoghe (1), Evershed stesso in più recenti spettrogrammi trova qualche lieve spostamento anche quando la fessura dello spettrografo biseca le macchie in una direzione perpendicolare al raggio dell'immagine solare che passa pel centro della macchia. Ciò implica un movimento rotatorio dei vapori, il quale a sua volta, combinato con quello radiale, darebbe un moto resultante a spirale. Sarà bene in ogni modo di attendere ulteriori osservazioni, intanto noterò che fa eccezione al moto radiale ora descritto il vapore di calcio, il quale ha un moto opposto, come risulta dalle osservazioni fatte a Monte Wilson da St. John, specialmente sulla riga K (2).

Egli dapprima studia la circolazione generale del medio ed alto livello del vapore di calcio nell'atmosfera solare e trova fra l'altro, che il vapore il quale produce la riga di assorbimento K_3, cioè la riga oscura al centro della riga K, ha un moto discendente sulla superficie del Sole di un chilometro per secondo in media, invece il vapore di calcio, al quale è dovuta la riga lucente K_2, ha un moto ascendente sulla superficie generale del Sole di due chilometri per secondo. Sulle regioni occupate dalle macchie la riga invertita che sta sopra l'ombra e la riga di assorbimento, quando è presente, dànno in grande maggioranza un moto discendente del vapore di calcio verso l'interno dell'ombra, con velocità variabile da 0,7 km. a 2,2. Inoltre si ha un moto radiale del vapore sulle penombre, verso il centro della macchia, con velocità di due chilometri, per il vapore assorbente, e di un chilometro per il vapore di emissione. Un moto rotatorio del vapore di calcio, attorno alle ombre delle macchie, è un fenomeno occasionale e si rivela da spostamenti della riga di assorbimento e di quella di emissione. Dalla combi-

(1) *Spettroscopisti italiani*, vol. XXXIX, anno 1910, pag. 10.

(2) *Contributions from the Mount Wilson Solar Observatory*, n. 48 e 54, 1910-11,

nazione del moto radiale verso il centro della macchia e del moto rotatorio, risulta un moto spirale o vorticoso convergente sull'ombra. Il verso della rotazione non dipende dalla posizione della macchia rispetto all'equatore.

***

Il confronto fatto visualmente o fotograficamente, dello spettro del centro del Sole con quello del lembo, mostra delle differenze in parte paragonabili a quelle che presentano gli spettri delle macchie, cioè si hanno anche in questo caso righe rinforzate e righe indebolite, ma i due fenomeni sono, ad un attento esame, molto diversi.

È noto, come ai lembi tutte le righe dello spettro, sono spostate dalla posizione che esse hanno al centro del Sole in conseguenza della rotazione solare, essendo quelle del lembo orientale spostate verso il violetto e all'occidentale verso il rosso. Se si chiama con δ lo spostamento fra il centro ed il lembo occidentale e con δ' quello fra il centro ed il lembo orientale, sarà, senza tener conto del segno, $\frac{\delta + \delta'}{2}$ lo spostamento dovuto alla rotazione del Sole: $\delta - \delta'$ dovrebbe essere uguale a zero se gli spostamenti sono dovuti soltanto alla rotazione, invece questo non ha luogo, e $\delta - \delta'$ è una quantità ben definita, per quanto piccola, e rappresenta il doppio di uno spostamento delle righe, che ha probabilmente la sua causa, come primo notava Halm nel 1907, nella pressione. Ed invero le radiazioni luminose negli strati più bassi dell'atmosfera solare, hanno una via più lunga da percorrere al lembo che al centro, e la pressione relativamente maggiore che si deve avere in questi strati più bassi, può spiegare in gran parte gli spostamenti osservati. Non ci sono che le ricerche di laboratorio che possono gettar luce sulla questione, e difatti in quello di Pasadena procede alacremente lo studio dello spettro della scintilla elettrica sotto determinata pressione. Anche nel problema della rotazione solare la torre, unitamente allo spettrografo descritto, portò un notevole contributo, come si desume dai risultati testè giunti alla conoscenza del mondo scientifico (1). Il progresso che si è fatto risulta evidente quando si noti che le ricerche, relativamente recenti, di Dunér e Halm vennero eseguite con osservazioni visuali su due linee nella regione meno rifrangibile dello spettro, e invece quelle di Adams, alla torre solare, sono basate su osservazioni fotografiche di

(1) WALTER S. ADAMS: *An investigation of the rotation period of the sun by spectroscopic methods. Mount Wilson Solar Observatory.* Vol. I, part I, 1911.

una ventina di righe di diversi elementi nella parte più rifrangibile, dove le righe sono più numerose ed in corrispondenza maggiore la varietà degli elementi che può essere impiegata. Ed inoltre che l'errore probabile del valore della rotazione, come è dato dalla misura di una sola riga, visualmente è di circa un decimo di chilometro, e fotograficamente un centesimo.

Per eseguire le fotografie alla torre si fa uso di un sistema di prismi tale, che la luce dei lembi opposti viene riflessa sulla fessura e va poi ad impressionare la lastra con due spettri l'uno accanto all'altro, le cui righe sono spostate del doppio della quantità dovuta alla rotazione del Sole. Il mezzo dispersivo è un reticolo di Rowland usato nel terzo ordine; per questo e per la distanza focale dello strumento, sulle lastre ad ogni millimetro corrispondono 0,56 Angström. Poichè lo spettrografo si può girare attorno ad un asse verticale, è possibile portare il sistema di prismi in modo da investigare la rotazione per le diverse latitudini, e di più, in ogni lastra, per controllo della rettifica di tutto lo strumento, si prendono anche gli spettri in una posizione corrispondente al polo del Sole, dove naturalmente le righe non debbono apparire spostate.

Lo strato invertente che dà luogo alle radiazioni, i cui spostamenti si osservano nel modo descritto, prende parte alla accelerazione equatoriale, già rivelatasi ai primi osservatori che determinarono il periodo della rotazione solare per mezzo delle macchie a diverse latitudini. Adams, combinando i valori ottenuti dalle sue osservazioni di punti vicini in latitudine, e risolvendo coi minimi quadrati una equazione empirica del tipo trovato da Faye, può rappresentare in modo soddisfacente le sue osservazioni colla formola

$$\xi = 11^{\circ}.04 + 3^{\circ}.50 \cos^2 \varphi$$

essendo ξ la velocità diurna angolare corrispondente al periodo siderale di rotazione e φ la latitudine. Ma un fatto importante, che risulta da queste ricerche a Monte Wilson, è che le righe di diversi elementi dànno valori che differiscono l'uno dall'altro in modo sistematico, indicando un periodo più lungo o più corto di rotazione per i vari elementi nell'atmosfera solare. Righe del lantano e del cianogeno dànno valori sempre più bassi della media, che si possono spiegare col livello relativamente basso a cui si trovano gli elementi che producono quelle radiazioni. Nel caso del lantano a conferma di ciò si deve notare, come è il caso per altri elementi di peso atomico molto alto, che le sue righe sono molto inde-

bolite al lembo. Il periodo di rotazione del Sole deve dunque crescere quando ci si avvicina alla sua superficie, od in altre parole, gli strati esterni dell'atmosfera solare si muovono più rapidamente di quelli giacenti vicino alla fotosfera. Ciò è in accordo coi risultati trovati per l'idrogeno ed altre sostanze che si innalzano a grande altezza sopra la superficie solare. Di più sembra che per tali righe vi sia anche un aumento degli scostamenti stessi al crescere della latitudine, dal valore medio della rotazione ottenuto da tutte le righe (fig. 5). Se prendiamo per ascisse i gradi di latitudine e per ordinate i valori di ξ ottenuti da diversi osservatori per le facole, lo strato invertente, i flocculi di calcio, e le macchie solari, si vedrà subito, come per le macchie si abbiano comparativamente piccoli valori della velocità angolare con una differenza di 0°,2 all'equatore; di più lo strato invertente ha una tendenza a dare valori leggermente maggiori di quelli che si hanno pei flocculi fra 0° e 20°.

Fig. 5.

Velocità angolare (ξ) della superficie solare per le diverse latitudini (φ), ottenuta dalle osservazioni delle faculae, strato invertente, flocculi di calcio, macchie. (*Da W. Adams l. c.*).

Bisogna però convenire, che da un lato le differenze sono piccole, dall'altro le difficoltà di ottenere i valori della rotazione da fenomeni come le facole ed i flocculi non sono lievi e quindi le trovate differenze possono essere imputabili all'incertezza delle osservazioni. Per vedere meglio come varia l'accelerazione equatoriale per i vari oggetti della superficie del Sole, nel grafico (fig. 6) sono raccolti allo stesso modo i risultati per ogni cinque gradi di latitudine, per la riga Hα, per i flocculi di calcio, per la riga del calcio λ 4227, per le macchie solari, per le facole, e per lo strato invertente. Una differenza nell'andamento della variazione della velocità angolare in funzione della latitudine, è indicata da una mancanza di parallelismo nelle curve risultanti, che sono state condotte dalla comune origine 14°,5 per agevolare il paragone. Ciò implica l'aggiunta di quantità costanti ai risultati ottenuti per le macchie e la sottrazione di altre costanti da quelli per gli altri fenomeni. Sfor-

tunatamente i risultati per le facole ed i flocculi sono molto incerti al di sopra di 30 gradi di latitudine, essendo rare queste due apparenze al di là di tale limite. L'esame di questa tavola fa concludere, che le macchie e le facole dànno valori praticamente identici: segue con accelerazione minore la λ 4227 e quindi i flocculi. Notevolmente minore è infine la accelerazione equatoriale della Hα. Fatta eccezione dallo strato invertente, questi risultati sono in accordo colle vedute comunemente accettate delle altezze relative dei vari gas nell'atmosfera del Sole. I flocculi di calcio, dovuti alle inversioni lucide delle righe di calcio H e K, si assume che giacciano ad una considerevole distanza sopra la fotosfera del Sole, e probabilmente ad un livello più alto di quello della sostanza che emette la radiazione blu del calcio λ 4227. In modo simile Hα che si innalza ad una grande altezza nell'atmosfera solare dà, insieme a grandi velocità assolute, anche una notevole diminuzione di accelerazione equatoriale. In altre parole questi risultati soddisfano ad una legge di aumento di velocità angolare e diminuzione di accelerazione equatoriale via via che cresce l'altezza sulla superficie del Sole. Ma le cose stanno diversamente per lo strato invertente, per il quale, in base a tali ragionamenti, si dovrebbe concludere che esso si trova ad un livello inferiore a quello delle macchie é delle facole, variando la sua velocità più rapidamente che per questi fenomeni. Ma ciò contrasta coll'ipotesi confermata da altre osservazioni che lo strato invertente stia sopra la fotosfera, al cui livello si dovrebbero trovare le macchie e le facole, e quindi si cerca di risolvere la complessa questione in base ad una teoria proposta da Wilsing.

Fig. 6.

Variazione della velocità angolare colla latitudine, per la riga Hα al lembo, per i flocculi di calcio, per la riga del calcio λ 4227, per le macchie solari, per le faculae e per lo strato invertente. (W. Adams, l. c.).

Un'altra questione, sollevata da Halm, è quella della variabilità del periodo di rotazione del Sole in funzione del tempo, sospettata dalle de-

viazioni sistematiche, che presentano le determinazioni di Dunér e sue dal 1900 al 1905. Dalla discussione di queste risulta ad Halm l'evidenza di una variazione di breve periodo nella durata di rotazione del

Fig. 7.

La nuova torre solare di 150 piedi a Monte Wilson (a sinistra la torre di 60-piedi).

Sole. Le osservazioni di Adams si dividono in due serie, l'una del 1906-7, l'altra del 1908, e data la precisione delle sue osservazioni doveva essere facile confermare i risultati ottenuti da Halm. Invece Adams deve giungere ad una conclusione opposta, e cioè nelle serie citate egli non

trova alcuna variazione di tale specie non solo, ma i suoi risultati sono in buon accordo con quelli di Dunér: sembra dunque poco probabile una variazione nell'intervallo di tempo considerato. Se esista una variazione di lungo periodo resta ancora a decidersi, e sarà in ogni modo importante il proseguire questi studi anche con apparati più potenti, che permettano di ottenere osservazioni ancora più precise, specialmente nelle alte latitudini.

Ad un altro risultato che si deve alla torre e cioè alla possibilità di fotografare e studiare con essa lo spettro della cromosfera solare nella piena luce del Sole senza dover aspettare i rari e brevi momenti delle eclissi totali, si è già parlato con qualche dettaglio nella *Rivista* (1).

I buoni risultati ottenuti colla torre erano di già una promessa che uno strumento di questo tipo, e di dimensioni ancora maggiori sarebbe riuscito di certa utilità al progresso degli studi solari, e poichè la generosità di Carnegie non faceva difetto, fu progettata una nuova torre di 50 metri di altezza e con un pozzo profondo 23 metri. A proteggere dal vento il celostata, il secondo specchio e l'obbiettivo, che si trovano così elevati sul suolo, la torre fu ideata doppia, cioè i sostegni di ferro del castello interno sono racchiusi in corrispondenti sostegni vuoti di un castello esterno montato su fondazioni indipendenti. La parte della torre che regge gli strumenti è così al riparo dal vento, che esercita la sua pressione sull'involucro esterno, sul quale anche posa la cupola che li copre ed un piccolo ascensore. Un tubo, costruito in modo da impedire un eccessivo riscaldamento nel suo interno, si estende per tutta l'altezza della torre, e racchiude il raggio di luce proteggendolo dalle correnti d'aria. Gli specchi della grossezza di 30 cm. sono circondati da acqua corrente che ne impedisce la distorsione dovuta al riscaldamento degli orli, l'obbiettivo di 30 cm. di apertura è triplo per ridurre l'effetto della aberrazione cromatica. Questa nuova torre è già costruita (fig. 7), e l'immagine del Sole di ben 43 cm. di diametro mostra una eccellente definizione, senza che vi sia alcuna vibrazione per effetto del vento.

Vedremo certamente fra non molto quel che sapranno trarne gli abili osservatori di Monte Wilson, e facciamo l'augurio, che non ci sia dato soltanto di ammirare, ma di cooperare anche noi, sia pure in mo-

(1) *Rivista di Astronomia*, anno IV, giugno 1910.

desta misura, alla maggiore conoscenza dell'astro, che potremmo ora osservare ancora più luminoso e splendente, dalle nuove provincie d'Italia.

Giorgio Abetti.

Proprio in questi giorni negli Annali dell'Osservatorio astrofisico di Meudon (Parigi) è uscita una importante Memoria di H. Deslandres, che discute in special modo i risultati ottenuti con spettroeliografi a grande dispersione nelle radiazioni monocromatiche del calcio e dell'idrogeno. In un prossimo numero della *Rivista* spero di poterne dare la recensione, che potrà servire di complemento alle cose dette qui sopra.

Roma, marzo 1912.

Possono le comete essere considerate quali fenomeni d'ottica?

Tale fu la domanda ch'io rivolsi agli astronomi or non è un anno col mezzo della mondiale Rivista *Astronomische Nachrichten* di Kiel.

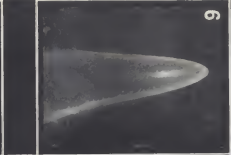
Erano poche righe che qui mi giova riportare, illustrate da fotografie di comete artificiali. Ecco il tenore di quelle righe:

« Con lenti di forme diverse, attraverso alle quali si facciano passare dei raggi luminosi, si ottengono proiezioni svariate che rammentano da vicino le figure delle comete.

« Mi permetto perciò di richiamare su questo fatto l'attenzione degli astronomi affinchè esaminino se per avventura si verifichi negli spazi celesti qualche cosa di simile a quanto puossi ottenere sperimentalmente con delle lenti. Vedano se sia il caso di ritenere che sugli sciami meteorici vi possano esistere delle condensazioni di materia in forma di lente: e se questa lente, rifrangendo i raggi solari, possa dar luogo a rappresentazioni del Sole le più svariate, sopra il restante della materia cosmica la quale fungerebbe da schermo.

« Le qui unite fotografie possono dare un'idea al riguardo. Esse sono ottenute senza artifiziosità, senza trucchi nè ritocchi, ed allorquando si varii la forma delle lenti, e la sorgente luminosa, o le distanze, si possono riprodurre infinite forme di comete le quali assomigliano perfettamente a quelle riportate dai testi astronomici ».

Questo mio appello, rivolto ai dotti, non ha trovato quella eco che io m'attendeva; ma pensando che la strada delle ipotesi è sempre lunga, e

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15

che, per esempio, dovettero passare quasi 2000 anni prima che venisse accettata quella di Filolao il Pitagorico, che fu il primo ad attribuire alla Terra il movimento attorno al Sole, pensando a ciò, ho messo la cosa a tacere, non senza però continuare nei miei studi sull'argomento. Ho riprodotto nuove figure cometarie molto interessanti, e per invito fattomi dagli egregi astronomi Cerulli ed Horn, mi decisi ad affidare alla *Rivista Astronomica Italiana* queste mie righe e le nuove figure di comete.

« Le bizzarrie di figura e di luce delle comete non sono state finora spiegate con nessuna ipotesi, e il campo delle comete è in gran parte vergine »: così si espresse l'illustre prof. Millosevich nella sua Conferenza del 26 febbraio 1910 al Collegio Romano.

Visto e riconosciuto che con lenti e con discoidi di cristallo si ottengono comete artificiali che presentano appunto bizzarrie di forma e di luce, e che se ne possono ottenere in numero infinito, fui indotto a elaborare le ipotesi che ora vado esponendo.

Partendo dal fatto indiscutibile, accertato dal celebre Schiaparelli, l'esistenza, cioè, di una relazione intima fra gli sciami meteorici, le comete, le stelle filanti ed i bolidi, in quanto essi si muovono in orbite identiche, si può ammettere che in seno agli sciami, altrimenti chiamati nuvole cosmiche, esistono dei globi vaporosi, animati da rotazione, e perciò costretti a schiacciarsi, ed assumere delle forme somiglianti a quelle delle lenti.

Detti globi, che chiameremo cometogeni, girerebbero attorno al Sole, convogliati dalla fiumana armillare dello sciame. I raggi del Sole attraversando questi cometogeni, produrrebbero il fenomeno di rifrazione diacaustica, proiettando sull'etere cosmico, e forse sullo sciame stesso, delle forme di cometa, come si ottengono sperimentalmente con le lenti.

Coi due schizzi che unisco alle figure cometarie, mi sono provato a dare un'idea del come si possa immaginare il tragitto dei cometogeni, siano essi procedenti in sciami disseminati a gruppi irregolari, oppure ininterrotti. C'è della fantasia in questi miei disegni, ma forse non nuoce, tanto più che sulla forma e sull'estensione degli sciami, gli astronomi non mi sembrano molto d'accordo fra loro.

Dai due schizzi suddetti risulterebbe in qual modo i cometogeni proiettano le comete aventi la coda diametralmente opposta al Sole. Gli astronomi diedero versioni diverse allo strano fenomeno qual si è quello di procedere le comete con la coda in avanti nell'allontanarsi dal Sole. Con le lenti si può ripetere con tutta facilità questo fenomeno, facendole girare attorno ad una sorgente luminosa (una lampada qualunque) avendo

cura di farla procedere per piani paralleli, come procede, per esempio, l'anello di Saturno.

Ma mi si domanderà: come si spiegano le code doppie, una delle quali diretta verso il Sole? Vi furono infatti dei casi in cui qualche cometa presentava due code fra loro opposte; una di esse sembrava addirittura un getto diretto verso il Sole. Questo strano fenomeno si può pure riprodurre con le lenti inclinandole in un determinato modo. E continuando nell'esperimento si riesce a far retrocedere la coda anteriore fino a raggiungere quella opposta al Sole, alla quale finisce per sovrapporsi.

Considerando le comete come un fenomeno ottico, si potrà spiegare in modo convincente la strabiliante velocità delle loro code, obbligate a rapidissime conversioni per disporsi costantemente lungo il raggio vettore.

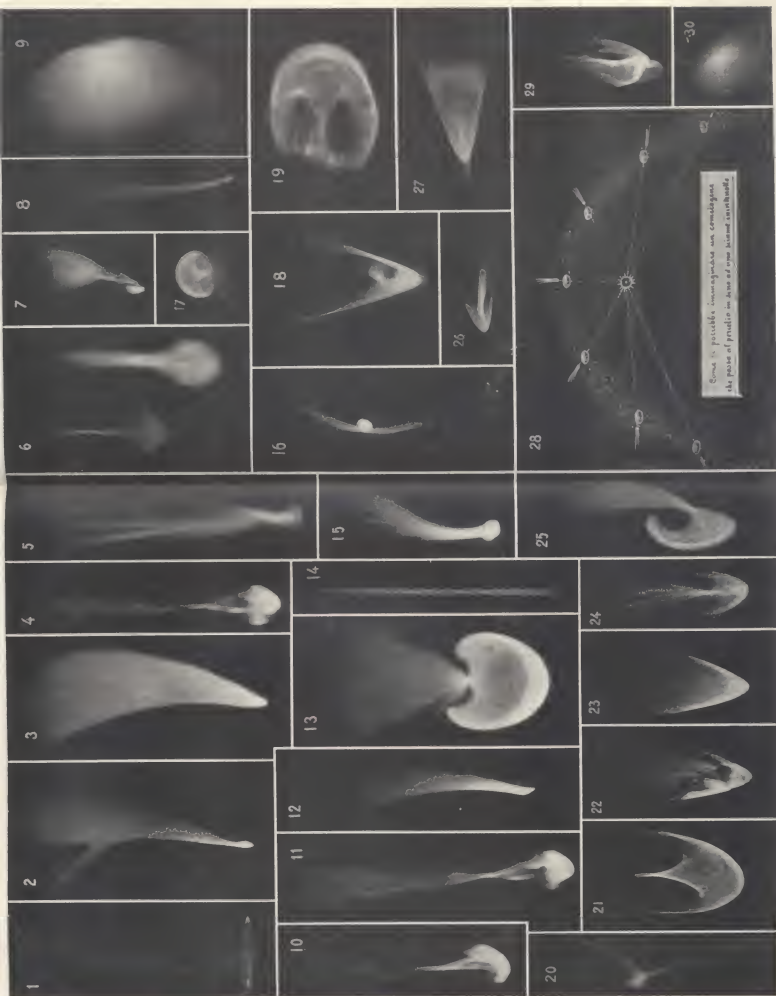
Il nucleo della cometa del 1843, per esempio, percorrendo soli 550 km. al minuto secondo, i punti situati alla metà della coda sarebbero stati animati dalla strabiliante velocità di 64 mila km. al secondo, ciò che riuscirebbe un mistero imperscrutabile, se si trattasse di vero movimento di materia. Ma se lo consideriamo come movimento angolare di un fascio di raggi luminosi, l'arcano è subito svelato.

È noto che le comete sono costituite di materiale tenuissimo, appunto come gli sciami meteorici con i quali procedono di conserva. Infatti il cometogeno non fa altro che illuminare fortemente lo sciame nel punto focale, costituendo ivi il nucleo della cometa, e meno intensamente in maggiori distanze, vale a dire lungo quella che chiamiamo *coda* della cometa.

Come sono trasparenti (cioè lasciano scorgere le stelle poste dietro di loro) gli sciami meteorici, così sono tali anche le comete, le quali non rappresentano che parti degli sciami stessi, su cui è condensata la luce solare, onde possiamo paragonarle a quei raggi di sole che penetrano talora da qualche fessura entro una camera, e diventano visibili mediante l'illuminazione che ne riceve il pulviscolo sospeso nell'aria.

Con questi concetti, noi spiegheremo benissimo il perchè la cometa di Halley nella famosa notte dal 18 al 19 maggio 1910 da nessun Osservatorio venne percepita. Ed io mi permisi di predire questi risultati negativi, asserendo sul *Giornale di Udine* che nel breve passaggio della Halley nessun fenomeno si sarebbe manifestato all'infuori di qualche bagliore prodotto dal pulviscolo dello sciame, illuminato dal cometogeno anche negli ultimi lembi della figura cometaria.

Dai Trattati di Astronomia si apprende che l'intensità di luce e le dimensioni del nucleo delle comete stanno quasi in ragione inversa delle

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
Come si potrebbe immaginare un cometogene
che passa al perielio in seno ad uno sciame

dimensioni della coda. Così precisamente accade per le comete artificiali che si ottengono con le lenti.

Di un'altra coincidenza ho motivo di far cenno, e cioè: dagli esperimenti che io ho fatto, mi risulta che le lenti, nel rendere la figura delle comete riproducono nel loro foco le sembianze più o meno sformate della sorgente luminosa, con tutte le eventuali accidentalità della medesima. Adoperando, per esempio, una lampada rotonda smerigliata che si può considerare della forma del Sole, si riscontra che i nuclei sono contornati da chiome o da anelli, avendo la periferia della lampada minor intensità di luce della parte centrica. Questo fatto mi condusse a credere che le chiome, ed in generale le forme bizzarre delle teste cometarie sieno riproduzioni dei fenomeni che avvengono sul Sole, la cui cromosfera si palesa ineguale, instabile, gremita di facule, di nubi, ecc. Le stesse macchie solari potrebbero essere riprodotte nel nucleo delle comete.

Ammessa l'ipotesi dei cometogeni, è chiaro che ad essi e non al nucleo apparente delle comete si spetteranno le orbite che gli astronomi calcolano in base alle leggi newtoniane della gravitazione. Però la distanza del cometogeno dal nucleo essendo piccola, l'orbita dedotta dalle osservazioni del nucleo è pochissimo errata in confronto della vera, cioè dell'orbita del cometogeno. Per esempio, l'epoca del perielio risulterebbe leggermente in ritardo nella parte dell'orbita anteriore al perielio, perchè ivi il cometogeno precede il nucleo: ma nella parte posteriore accade l'inverso, onde i due piccoli errori che si commettono nella determinazione del perielio si compensano. Similmente le perturbazioni planetarie che l'astronomo calcola riferendosi al nucleo, valgono, con piccolissime correzioni, anche pel cometogeno, ed anch'esse si elidono nel corso totale di una rivoluzione della cometa attorno al Sole: cosicchè, in sostanza, nulla o pressochè nulla ci sarebbe da mutare nelle conosciute orbite delle comete che tante fatiche costarono agli astronomi, se l'ipotesi dei cometogeni dovesse in avvenire guadagnar terreno.

Con la teoria dei cometogeni si spiegherebbero gli sdoppiamenti delle comete i quali, probabilmente, potrebbero aver origine in qualche scissura dei cometogeni stessi. Le rotture lungo la coda nonchè gli strozzamenti sono molto probabilmente cagionati da gruppi di meteoriti viaggianti nello sciame, che passano fra il Sole ed il cometogeno o fra questo e la proiezione della cometa, intercettando la luce solare. Anche queste due ipotesi vengono sorrette dai fenomeni identici che si ottengono con le lenti. Così riusciremo a renderci conto delle forme di comete a ven-

taglio, delle code multiple, delle code diametralmente opposte, nonchè delle comete senza nucleo.

Un cometogeno possiamo immaginarcelo risultante dalla fusione di molti meteoriti in uno. Mentre però un meteorite è di solito opaco, l'insieme di più meteoriti, venuti l'uno con l'altro in collisione, svilupparono tanto calore da produrre un impasto vitreo, capace di rifrangere la luce. Tale impasto dovè prendere la forma lenticolare ossia fortemente schiacciarsi in forza della rotazione dovuta all'urto originario dei meteoriti. Tali congetture sono perfettamente analoghe a quelle che taluni astronomi fanno per rendersi conto dell'origine dei sistemi stellari, e dello stesso nostro sistema solare.

Ho applicato un numero a ciascuna figura cometaria con l'intenzione di citare, ove occorresse, le singole somiglianze delle mie figurine con le comete celesti, siano queste ottenute col mezzo della fotografia, come disegnate direttamente. Ma ritenni poi essere ciò cosa superflua poichè gli astronomi facilmente riconoscono se vi sieno o no analogie di struttura fra le comete vere e quelle artificiali. Di una però non posso a meno di far menzione, cioè del N° 27 che presenta un carattere singolare e che riproduce in modo sorprendente la Halley del 20 maggio 1910, il cui disegno venne riportato dalle *Astronomische Nachrichten* nel n. 4506.

Le figure più semplici si ottengono con qualunque lente e con una facilità tale che io reputai inutile d'unirle alle altre; intendo di alludere alle comete di forma rotonda, con o senza nucleo, le ovoidali, ecc., ecc.

Nella speranza che le idee sopra esposte possano essere prese in considerazione dagli astronomi, mi è grato citare le lusinghiere espressioni che da due di essi mi pervennero. « Ella sostiene una simpatica tesi, mi scriveva il Braida, e quantunque io reputi il còmpito sommamente arduo, sono ben lontano dal giudicare impossibile il successo ». Ed il Cerulli mi scrisse: « Ella è in buona compagnia. L'idea delle *comete-immagini* cui Ella perviene affatto indipendentemente da qualsiasi lettura o suggestione, si presentò trecento anni fa, tale e quale, nientemeno che al Keplero. Eccole ciò che questi dice a pag. 297 del II volume delle sue opere (edizione Frisch):

« Ludicrum hoc non te celabo lector ut scias cometae effigiem re-
« praesentare. In cameram (obscuram)... ingrediatur Solis radius, ei ex
« dimidia parte objice globum aqueum: sic ut radius Solis partim in
« vitrum partim in parietem impingat. Cometam in pariete videbis ».

Tarcento (Udine), Marzo 1912.

LUIGI ARMELLINI fu GIACOMO.

ORIGINE DELL'ASTROLOGIA SECONDO IL BAILLY

A chi si diletti di erudizione astronomica non riuscirà, noi crediamo, poco interessante, o inutile conoscere le idee del Bailly (il noto storico dell'astronomia) sulla origine dell'astrologia.

Questa scienza vana e menzognera, dice il Bailly, che per tanti secoli ha ingannato i popoli, non fa parte certamente dell'astronomia, ma essa è stata sì lungo tempo confusa con questa, che non deve reputarsi uscire dalle appartenenze della storia dell'astronomia il ricercare l'origine e lo svolgimento nel corso dei tempi di quella che potrebbe chiamarsi una « degenerazione » di questa nobilissima fra le scienze.

Chè anzi a questa strettamente si rannoda, in quanto ne' secoli barbari in cui le scienze non avevano alcun allettamento, essa l'ha mantenuta in vita conservando ed ampliando le antiche osservazioni nel desiderio di conoscere l'avvenire e nella speranza di poterlo prevedere.

L'astrologia, suol dirsi, fu figlia dell'ignoranza; e a sua volta fu madre dell'astronomia.

Nella quale duplice sentenza non si erra meno nella prima parte, attribuendo un effetto positivo ad una causa negativa, che nella seconda, assegnando ad una causa difettosa un effetto della maggior perfezione.

Certo l'astrologia non poteva prender voga che in tempi d'ignoranza, nei quali la credulità si unisce alla curiosità naturale nell'uomo; ma che l'ignoranza abbia prodotto il germe che essa poi nutriva, non è cosa che si possa assolutamente ammettere.

L'ignoranza è uno stato passivo e sterile: il solo ingegno in un grado sufficiente di evoluzione scientifica, è la potenza attiva, che dà il moto al mondo morale come il complesso delle forze naturali al mondo fisico. Il solo ingegno crea le idee primitive e originali, che poi si perfezionano o si guastano secondo le menti nelle quali si elaborano nel circolare per l'universo.

E in nessuna guisa si può concedere che l'astronomia sia posteriore all'astrologia.

Bisognava aver studiato gli astri prima di attribuir loro qualunque potere sulla natura: bisognava aver acquistate delle idee sui loro movimenti, prima di attaccarvi la catena degli avvenimenti della vita,

Si distinguevano due specie di astrologia: l'astrologia *naturale* e l'astrologia *giudiziaria*.

La prima si proponeva di prevedere e preannunziare i cangiamenti e le vicissitudini dell'atmosfera, e i loro effetti sulla Terra, come il caldo o il freddo, la sterilità o l'abbondanza, la siccità o la copia delle pioggie, e cose simili. E ciò in virtù della conoscenza delle cause che agiscono sull'atmosfera.

L'altra si occupava di un oggetto assai più importante per l'uomo; definire cioè al momento della sua nascita, o in qualunque altro momento della sua vita, la linea che egli percorrerebbe nel suo tempo, il suo carattere e le sue passioni: le sue fortune e le sue sventure, i pericoli e le peripezie che l'attendevano. Tutte le sue sorti sarebbero previste; ed egli non verrebbe nel mondo che come un attore sulla scena a recitare la sua parte, già istrutto del suo destino.

L'astrologia naturale, secondo il Boyle che ne fa l'apologia, nulla contiene di assurdo nel suo concetto fondamentale. E invero tutte le vicende atmosferiche dovendo aver la loro causa, chi potesse precedentemente, insieme ad esse conoscerne la speciale efficienza, sarebbe certo in grado di predire al loro tempo i cangiamenti dello stato dell'atmosfera, e i loro effetti sulla natura. Ma queste cause sono sì complicate, e in gran parte sì nascoste che si può ben credere che il filo di questo labirinto non sia mai dato all'uomo.

Quali che fossero nella remota antichità le conoscenze sulla periodicità e sul ricorso delle meteore, non si può ammettere che se ne sapesse abbastanza per calcolarne il ritorno su dati positivi.

Ma avendo gli antichi osservatori de' fenomeni naturali constatato che giammai non riproducevasi invertito l'ordine delle vicissitudini annuali dell'atmosfera, fu ovvio pensare che ciò dipendesse dalle posizioni del Sole nella eclittica. In conformità di questa idea dirigendo le loro ricerche, studiarono attentamente quali meteore accompagnassero il corso periodico del Sole. E queste osservazioni ripetute per lungo sèguito di anni poterono condurre a delle leggi sperimentali su cui foggiare le previsioni del tempo.

E poichè queste interessavano principalmente la gente di campagna che presso gli antichi, come presso di noi, non conosceva i segni dello zodiaco in cui trovasi successivamente il Sole nel corso dell'anno, fu d'uopo ricorressero a segni facilmente discernibili per indicare le diverse epoche annuali, e così fissare il momento delle preannunziate meteore per gente che pur non avendo calendario, non aveva modo di supplirlo.

Il levare e il tramontare di alcune stelle in vicinanza del Sole, che alle stesse epoche dell'anno ritornano presso a poco alle stesse apparizioni, si offersero spontaneamente all'uopo.

Queste designazioni delle diverse epoche del periodo annuale per mezzo del levare e del tramontare di stelle, divennero comuni nell'antichità. I Greci ne accettarono l'uso, e così fondarono que' loro calendarii ne'quali sono indicate in tal modo le variazioni delle stagioni, e le meteore principali che le accompagnano; e di cui ci rimangono ancora degli esemplari quali vestigia di un sistema ampiamente adottato.

Questo fatto della coincidenza delle posizioni del Sole nell'eclittica col levare e tramontare di alcune stelle in corrispondenza di certe meteore, dette facilmente adito ad una falsa interpretazione di un principio in sostanza vero, quale è la dipendenza delle vicende atmosferiche annuali dalle posizioni del Sole, facendole attribuire non a queste ma alle stesse stelle: e fu questo il primo passo verso l'astrologia.

Può ragionevolmente congetturarsi che gli antichi non si fermassero qui, ma ricercassero in seguito nelle varie combinazioni delle apparenze degli astri le cause delle vicissitudini atmosferiche, che non avevano un ricorso annuo, per vedere se era possibile di sorprendere il segreto delle previsioni a più o meno lunghi intervalli.

E siamo condotti a questo avviso dal gran numero di quei lunghi periodi che essi chiamavano i *grandi anni;* i quali non furono certo l'oggetto di mera speculazione o di pura curiosità, alle quali non erano troppo disposte quelle prische età.

Nè può supporsi che questi dovessero servire al perfezionamento del calendario, perchè questo era, almeno per essi, sufficientemente regolato dal periodo di 19 anni, così antico nell'Asia.

A che dunque i lunghi periodi, da quelli di 240 e di 960 anni che riconducono le congiunzioni di Saturno e di Giove in certe posizioni rispetto all'eclittica, a quelle rivoluzioni di Saturno, di Giove e di Marte rispettivamente di 350625, 170620, 120000 anni in ordine a certe stelle, e di cui non si conosce l'oggetto?

E poichè alcuni di questi periodi furono più tardi applicati alle fantasticherie dell'astrologia giudiziaria, possiamo ben credere che fosse questa una estensione del primitivo loro uso.

Un indizio di ciò possiamo vederlo nel grande anno di Aristarco, di 2484 anni, il cui scopo pare fosse la predizione di alcuni ritorni di meteore siccome dipendenti dall'azione combinata del Sole e della Luna con alcune stelle, sull'atmosfera.

Non è questione di esaminare se questi periodi fossero in qualche modo giustificati dai fatti: e se gli avvenimenti rispondessero alle previsioni: ci basta di provare che gli antichi nella corrispondenza, fosse

pur casuale, di combinazione di astri con qualche fenomeno tellurico cercassero la chiave delle predizioni di casi simili.

Ma questa idea, che in fondo pareva suggerita da fatti sia pure più ristretti, lanciata così nel volgo, non tardò ad essere corrotta.

Nel modo che si erano riguardate le Iadi, come astri piovosi, perchè le piogge cadevano abbondanti nel tempo in cui queste stelle brillavano nel cielo notturno, e a Sirio fu dato l'appellativo di *ardente*, perchè la sua apparizione era seguita dai grandi calori estivi, bentosto si considerarono le combinazioni di pianeti e di stelle come le cause efficienti delle vicende atmosferiche.

Ed era così che si apriva il varco all'astrologia giudiziaria.

Se sono gli astri che coi loro influssi portano le piogge e le burrasche, il caldo o il freddo, la fertilità o la sterilità delle campagne, l'uomo, respirando le emanazioni degli astri che impregnano l'atmosfera nel cui mezzo egli vive, deve, come tutto il resto della natura, esservi assoggettato. Essi devono muovere la sua volontà e scaldare le sue passioni.

E dacchè l'esperienza aveva insegnato che gli uomini hanno quasi tutti certe passioni predominanti, si potè ben pensare che gli avvenimenti che si compiono sulla scena del mondo pel concorso e per l'urto delle passioni, avessero anch'essi dei ricorsi. E così le fortune delle città e degli imperi, non che i casi del mondo intero potessero nello stesso modo ascriversi alle influenze degli astri, come le vicende individuali, ciò dipendendo solamente dall'ampiezza del concorso e dall'urto delle passioni.

È ben così che si potè ragionare; ma da ciò non segue che sia stato il volgo che ha fatto questo ragionamento.

Il volgo o solo fornito dei lumi naturali, o istrutto dalla rivelazione, si è sempre considerato come un essere superiore, distinto dagli altri, fatto per comandare, non per servire. Esso ha potuto credere che la materia sia sottoposta al dominio degli astri; ma il sentimento della sua libertà non gli ha permesso di collocarsi alla stessa dipendenza. L'idea di questo assoggettamento che fa dell'uomo uno strumento cieco di occulti poteri, fu un abuso dello spirito, il quale suppone un sistema in cui l'uomo è sottoposto alle forze materiali, e da queste provengono gli uragani delle passioni come gli sconvolgimenti degli elementi.

Ma il volgo non fa sistemi; il sistema in parola fu dunque l'opera di gente illuminata, ossia di filosofi, che nell'uomo ammisero identificazione o confusione dell'anima col corpo: intendiamo i materialisti.

Noi pensiamo adunque che l'astrologia giudiziaria abbia avuta la sua prima origine dal materialismo dominante più o meno esplicitamente nelle antiche scuole filosofiche.

Quale differenza infatti vi è tra l'uomo di Spinoza e l'uomo di cui l'astrologo vi traccia il destino? Lo Spinoza vi dirà che tutte le nostre determinazioni sono scritte precedentemente nel gran libro del mondo, in quel libro nel quale potrebbe leggere colui che avesse abbracciato la natura intera, e scoperte tutte le sue leggi.

Un astrologo va più lontano: egli si vanta di conoscere queste leggi almeno fin dove gli permettono il divinare sulla destinazione dell'uomo.

L'astrologia adottata poscia e rimaneggiata dalle moltitudini curiose e credule non fu dunque primitivamente l'errore del popolo, ma nacque nel seno di una classe illuminata, che avendo una volta ammesso un falso principio, fu trascinata a conseguenze ancora più false.

Ammesso cioè che tutto nel mondo sia mosso da leggi necessarie ed eterne, nè l'uomo distinto e sceverato da questo tutto, dovevasi riuscire alla dottrina che tutti gli atti umani fossero del pari determinati dalle medesime cause. Quindi la vita intera di ogni uomo, dal momento che entra nella corrente che trascina tutti gli esseri, cioè dal momento in cui vede la luce, sia già prestabilita.

Questo concatenamento d'idee non può appartenere al popolo, affatto insufficiente a qualsiasi sequela di raziocinii.

Anzi, da che il desiderio di conoscere l'avvenire non è dell'uomo nello stato d'ignoranza, nel quale il cerchio delle idee non si estende al di là dei bisogni attuali, è forza ammettere che se il popolo non ha creato l'astrologia, questa nemmeno fu creata per un popolo troppo lontano dallo stato di civiltà. Dopo che la società fu iniziata ad un ordine d'idee al disopra dei bisogni della vita, e fu data generalmente una estensione maggiore al pensiero; dopochè l'industria ebbe assicurata una sussistenza facile, l'uomo sbarazzato di queste cure, conobbe i mali dello spirito, i più grandi de' suoi mali. Il presente non fu più il tutto per lui; il timore e la speranza attrassero i suoi sguardi sull'avvenire. Egli sentì il desiderio di conoscerlo: ed era questo il momento in cui l'astrologia doveva fare il suo ingresso nellé antiche società.

Noi crediamo che la sua prima comparsa sia avvenuta nell'Asia, donde si sparse poscia nell'Africa e nell'Europa.

E invero il materialismo, che come dicemmo, fu la sorgente da cui scaturì l'astrologia giudiziaria, faceva il fondo di tutti i vari sistemi filosofici che fiorivano nelle remote antichità dell'Asia.

Al rimprovero che ci si potrebbe fare, di rigettare sulla filosofia il disprezzo nel quale a ragione è caduta ora l'astrologia giudiziaria, noi rispondiamo che bisogna distinguere la emanazione di un sistema dalla filosofia, dall'abuso che si fa di esso.

Or quella non importa altra responsabilità che la comune a tutte le cose umane, come a tutti gli uomini in tutte le epoche ed in tutti gli stati della società, cioè di essere l'umana natura suscettibile sempre di errore. Gli abusi che vennero poscia non appartengono alla filosofia.

D'altronde l'idea primitiva dell'astronomia giudiziaria non fu che una conseguenza logica di un sistema filosofico che anche oggidì vanta non pochi sostenitori.

La qual cosa potè fare che in età in cui le scienze prendevano già il vigoroso sviluppo che le ha condotte al grado in cui sono ora pervenute, degli uomini sommi, de' veri genî, quali furono Ticone Brahe e Keplero, non avessero troppe ripugnanze ad accogliere nella loro mente le fantasie dell'astronomia giudiziaria.

E quello che deve anche maggiormente farci apprezzare la forza delle inveterate abitudini nelle idee come nelle costumanze de'popoli, si è che in tempi anche più recenti, quando la filosofia, coadiuvata da tutte le risorse delle nuove scienze più rendeva gli spiriti sgombri di preconcetti, una mente superiore come quella del Leibnizio mostravasi non troppo aliena da idee assai congeneri a quelle che erano state il fondamento dell'astrologia giudiziaria.

Stabiliva infatti il Leibnizio che fra le monadi, ossia fra gli elementi semplici e indivisibili della materia, vi sono dei rapporti secondo i quali per una intelligenza proporzionata a sì vasto soggetto, data essendo una monade, l'universo passato presente e futuro lo sarebbe del pari. La soluzione di questo problema non racchiuderebbe forse tutte le teorie dell'astrologia naturale e giudiziaria, specialmente quando non siasi troppo solleciti di sceverare rigorosamente lo spirito dalla materia?

Se Leibnizio riguardando la monade come un quadro dell'universo, aggiunge che Dio solo può leggervi lo stato presente collegato come effetto al passato e come causa all'avvenire, egli è che Leibnizio era troppo buon filosofo per non sentire l'impossibilità di risolvere un tal problema.

Fra tanta miseria dello spirito umano v'ha una cosa che può confortare noi italiani: ed è che allorquando in paesi ne' quali la coltura aveva già fatto passi giganteschi si mantenevano ancor vive le reliquie dell'astrologia, in Italia non mancavano de' filosofi, tra' quali è ricordato il Guilandini, i quali si ridevano delle fiabe astrologiche.

E non dimenticheremo Pico della Mirandola il quale osava combatterle, quando esse tenevano ancora il campo in tutta l'Europa già uscita da tempo dalle tenebre del medio evo.

Ciò vuol dire che non è senza legittimo orgoglio che noi possiamo ripetere che il buon senso del nostro paese lo tenne e lo terrà sempre lontano da ogni sorta di esagerazioni.

Roma, Osservatorio del Campidoglio, febbraio 1912.

A. Prosperi.

COME SI PESANO I CORPI CELESTI

Determinare le dimensioni di un corpo lontano è una questione di trigonometria e geometria: calcolandosi mediante la prima la distanza del corpo da una coppia di osservatori e mediante la seconda infine l'area ed il volume del medesimo, dopo averne misurate le dimensioni lineari apparenti.

Per un corpo celeste è anche questione di meccanica razionale mediante le leggi che regolano il movimento nello spazio.

Consideriamo infatti due corpi del nostro sistema solare, rotanti cioè attorno a quel gran centro d'attrazione che è il Sole. Siano, ad esempio, due pianeti: è chiaro che la loro velocità di rotazione, o, il tempo delle loro rispettive rivoluzioni, per essere esatti, dipenderà dalla loro rispettiva distanza dal Sole.

In quale rapporto è determinato da una legge scoperta dal genio immortale dell'astronomo Giovanni Kepler nell'anno 1618 a Linz (Austria) (1).

Detta legge così suona: I quadrati dei tempi delle rivoluzioni dei pianeti attorno al Sole sono proporzionali ai cubi dei grand'assi delle orbite (2).

Mediante i tempi delle rivoluzioni siamo quindi in grado di determinare le distanze dei singoli pianeti dal Sole e ciò mediante una legge di meccanica razionale.

(1) Giovanni Kepler nacque il 27 dicembre 1571 in Magstatt presso Weil nel Würtemberg e morì il 15 novembre 1630 in Regensburg in Baviera.

(2) La legge fu intuita l'8 marzo 1618; dimostrata vera il 15 maggio del medesimo anno, mediante le osservazioni che per lunghi anni eseguì Tico Brahe sulla rivoluzione di Marte.

Questa scienza ci fornirà pure in modo assolutamente rigoroso i procedimenti che servono a calcolare l'attrazione esercitata dal corpo medesimo su di un altro: vale a dire la forza d'attrazione della massa e quindi infine la massa medesima.

Se il corpo è accompagnato da un satellite è ovvio studiarne la massa mediante il movimento del satellite; e questo è il caso di quei pianeti del sistema solare, dotati di satelliti.

Il procedimento, in sostanza assai semplice, nelle sue linee generali è il seguente:

Sia da determinare, ad esempio, la massa del più grande dei pianeti del nostro sistema solare; di Giove, cioè.

Noi osserveremo pertanto il tempo impiegato da uno dei suoi satelliti a compiere la relativa rivoluzione attorno al pianeta: determineremo così facilmente, nota la distanza del satellite in questione dal centro del pianeta, la velocità di quello.

Il quoziente del quadrato di questa velocità pel raggio dell'orbita descritta dal satellite ci darà, secondo una nota legge di meccanica razionale, la forza centrifuga nel moto di rivoluzione del satellite, nell'ipotesi di un'orbita circolare, quale noi per semplicità supporremo, senza allontanarci molto dal vero.

La forza centrifuga così ottenuta è la misura della forza d'attrazione esercitata da Giove sul satellite considerato, nell'ipotesi di un'orbita circolare di quest'ultimo.

Sarà dunque la forza attrattiva di Giove sull'unità di massa alla distanza in cui si trova il satellite, mutata di segno.

L'intensità di detta forza varierà, come è noto dalla legge di Newton (1), in ragione inversa dei quadrati delle distanze.

---

(1) Isacco Newton nacque il 25 dicembre 1642 a Woolsthorp nella Contea di Lincoln in Inghilterra e morì il 20 marzo 1727 a Londra. Il gran principio che lo rese immortale fu da esso scoperto a Woolsthorp e dimostrato partendo dalla terza legge di Kepler; quella cioè da noi precedentemente enunciata.

La vita di Newton che, per la scoperta del principio dell'attrazione universale, si potrebbe con ragione definire l'interprete tra l'uomo e le forze naturali, suprema affermazione di Dio, fu particolarmente studiata dal BREWSTER (*Life of Sir I. Newton*, 4° Lond. 1831 — *Mem. of the Life, Writings, etc., of Sir I. Newton*, 2 vol. in-8°, Edin. 1855) e dal EDLESTONE (*Correspondance of Sir I. Newton*, Lond. 1850).

Fra gli altri illustratori della vita di I. Newton e J. Kepler citeremo: J. BERTRAND (*Les fondateurs de l'Astronomie moderne*. Paris, J. Hetzel, libraire-éditeur): POGGENDORFF'S (*Biographisch-Literarisches Handwörterbuch zur Geschichte der exacten Wissenschaften*, Leipzig, 1863). Vi è pure il *Dizionario delle Scienze Matematiche pure ed applicate* di A. S. DE MONTFERRIER; nella traduzione in italiano arricchito ed aumentato per cura di D. Giuseppe Gasbarri e Giuseppe François (pubblicato in Firenze 1839).

In conseguenza, se noi supponiamo un satellite fittizio distante da Giove quanto la Terra dal Sole, noi otterremmo la forza attrattiva esercitata da Giove sull'unità di massa di quest'ultimo satellite, dividendo quella prima ottenuta per il quadrato del rapporto tra le rispettive distanze del satellite fittizio e del satellite reale prima considerato al centro di Giove. Contemporaneamente avremo così la forza attrattiva di Giove per una distanza dal centro del pianeta uguale a quella che separa la Terra dal Sole.

Se noi conoscessimo allora l'intensità della forza attrattiva della Terra, o quella del Sole, sull'unità di massa ad una tale distanza, è chiaro che allora potremmo avere rispettivamente il rapporto tra la forza attrattiva della Terra, o quella del Sole, all'intensità della forza attrattiva di Giove sull'unità di massa e per la distanza che intercede tra la Terra ed il Sole. Di più per la legge di Newton che così suona: due molecole materiali si attraggono mutuamente in ragione diretta delle masse ed in ragione inversa dei quadrati delle distanze, ne viene di conseguenza che questi due rapporti di forze attrattive saranno unicamente proporzionali alle masse dei corpi che figurano rispettivamente nei due rapporti, essendo ora le distanze identiche.

Il primo di questi rapporti ci fornirà dunque la massa della Terra rapporto a quella di Giove e quindi reciprocamente la massa di Giove, assunta come unità di misura quella della Terra.

Dal secondo rapporto ricaveremo la massa di Giove, assunta come unità di misura la massa del Sole.

Quest'ultima possiamo con considerazioni assai semplici esprimere in unità della massa della nostra Terra, servendoci sempre dei principi dell'attrazione universale.

Supporremo anzitutto per semplicità che la Terra roti attorno al Sole percorrendo un'orbita circolare e così del pari la Luna rispetto alla Terra. Potremo pure così con sufficiente esattezza ritenere che la distanza della Terra dal Sole è circa 390 volte quella della Terra dalla Luna.

Immaginiamo allora un satellite fittizio che roti attorno alla Terra ad una distanza 390 volte più grande di quella tra la Terra e la Luna.

Noi potremo allora mediante la legge di Kepler, applicabile non solo pel calcolo delle rivoluzioni dei pianeti attorno al Sole, ma bensì pure dei satelliti attorno ai relativi pianeti, calcolare la durata della rivoluzione del satellite fittizio ultimamente considerato.

Applicata al moto dei satelliti attorno al pianeta relativo detta legge così si enuncia: Due satelliti rotanti attorno allo stesso pianeta a diffe-

renti distanze dal medesimo, impiegano a compiere le loro rispettive rivoluzioni tempi tali, che i quadrati delle loro rivoluzioni sono proporzionali ai cubi delle loro medie rispettive distanze dal centro del pianeta. Conformemente dunque a questa legge, che è rigorosamente dimostrabile, se la Luna impiega un mese lunare a compiere la sua rivoluzione attorno alla Terra; il satellite fittizio, distante 390 volte più della Luna dalla Terra, impiegherà un numero di mesi uguale a quello che si ottiene facendo il doppio prodotto:

$$390 \times 390 \times 390$$

indi entraendone la radice quadrata. Otterremo dunque il numero 7702, che ci esprimerebbe il numero di mesi lunari che il satellite fittizio impiegherà per compiere la sua rivoluzione attorno alla Terra.

Consideriamo ora la rivoluzione della Terra attorno al Sole. Essa percorre un'orbita attorno al medesimo, precisamente alla distanza media del pianeta fittizio dalla Terra. Le durate delle rivoluzioni sono però assai differenti. Il pianeta fittizio impiegava 7702 mesi; la Terra impiega all'incontro circa 13 mesi lunari a compiere la sua annua rivoluzione. Le distanze dei corpi rotanti dai rispettivi centri d'attrazione Terra e Sole, successivamente considerati, sono le medesime: dunque la ragione di questa differenza non può risiedere che nelle masse (1).

Ora noi possiamo dimostrare che la massa del corpo rotante non ha alcuna apprezzabile influenza in questione. Ad una determinata stessa distanza dal pianeta un satellite impiegherebbe per la sua rivoluzione lo stesso tempo; tanto se la sua massa fosse un grammo; quanto, se all'opposto, un milione di tonnellate.

Sulla Terra abbiamo un fenomeno completamente analogo. Un corpo pesante ed uno leggero, che cadano dalla medesima altezza, toccano il suolo contemporaneamente, quando si faccia astrazione dalla resistenza dell'aria. Ora di questa non abbiamo da tenerne alcun conto nel moto dei satelliti che stiamo studiando; e, poichè la forza che sollecita un corpo a cadere sulla superficie terrestre è identica all'attrazione universale, così resta dimostrato che la differenza nei periodi delle rivoluzioni tra il pianeta fittizio attorno alla Terra e di quest'ultima attorno al Sole dipende unicamente dalla differenza delle masse dei corpi attraenti. Se

---

(1) Le linee generali di questo procedimento le trassi da quel magnifico libro; chiaro, semplice, suggestivo e nello stesso tempo assolutamente rigoroso: *In Starry Realms by Sir Robert S Ball.* Opera pubblicata dalla Casa Isbister and Company Limited: 15 and 16 Tavistock Street Covent Garden, London, 1892.

le due masse centrali fossero state quindi uguali, i tempi delle rivoluzioni sarebbero stati i medesimi; rimanendo però invariata la distanza supposta. Ora queste due masse sono all'incontro assai differenti e quindi, conseguentemente, assai differenti i due periodi di rivoluzione: e quanto più grande è la massa del corpo attraente, tanto più grande è la rapidità con cui il pianeta deve rotare affine di mantenersi, in un'orbita circolare ad una data distanza dal corpo attraente, la cui presenza costringe il pianeta a deviare in modo continuo e costante da quel cammino rettilineo che, con velocità costante, avrebbe continuato a percorrere, se sul medesimo non avesse agito una qualsiasi forza esterna. Nel nostro caso cioè: se su di esso non avesse agito la forza centrale e costante del corpo attraente, la quale imprimerà al corpo attratto un movimento tanto più rapido, quanto più intensa è la forza che attira in modo continuo fuori del cammino rettilineo il pianeta: ed in conseguenza quanto più grande è la massa del corpo centrale attraente.

La legge che regola i rapporti tra la massa del corpo attraente, la velocità del pianeta e la durata della rivoluzione di quest'ultimo, così si enuncia:

La massa del corpo centrale attraente sarà direttamente proporzionale al quadrato della velocità che imprime ed inversamente proporzionale al quadrato della durata della rivoluzione del pianeta o satellite.

Ciò posto ritorniamo alla Terra ed al suo satellite fittizio. La durata della rivoluzione di quest'ultimo attorno alla Terra fu calcolata 7702 mesi lunari; quella della Terra attorno al Sole è di circa 13 mesi lunari; o più esattamente 13 $^1/_3$, considerando come mese lunare il tempo impiegato dalla Luna a compiere la sua rivoluzione siderale; come qua precisamente dobbiamo fare.

Il quadrato del rapporto tra 7702 e 13 $^1/_3$ sarà quindi inversamente proporzionale al rapporto tra la massa della Terra e quella del Sole.

Il quadrato del primo rapporto essendo pertanto espresso dal numero 333697; se ne deduce quindi che la massa del Sole equivale a 333697 volte quella della Terra.

Per altra via potremmo anche giungere a determinare la massa del Sole, e ciò ritengo opportuno di fare affine di rendere evidente il fatto che l'attrazione universale e la gravità sono una sola forza, come Kepler già intuiva; ma era riservato al genio divino di Newton luminosamente dimostrare questa verità.

Il procedimento che ora seguiremo è il seguente: Determineremo l'attrazione che il Sole esercita sull'unità di massa della Terra, mediante

la velocità media orbitale della medesima, e la paragoneremo con quella che la Terra eserciterebbe sull'unità di massa, alla distanza media in cui il nostro pianeta si trova dal Sole, unicamente per l'azione della forza della gravità.

L'intensità dell'attrazione del Sole sull'unità di massa della Terra la calcoleremo dal quoziente della divisione tra il quadrato della media velocità orbitale terrestre ed il raggio dell'orbita medesima.

L'intensità dell'attrazione dovuta alla Terra la determineremo mediante la accelerazione della gravità per un punto distante dal centro della Terra quanto la media distanza della Terra dal Sole.

Ora la media velocità orbitale diurna della Terra è di circa 59',128: vale a dire circa 29757 metri per minuto secondo. L'intensità della forza centripeta così sviluppata sarà quindi, nell'ipotesi di orbita circolare, il quadrato di questa velocità diviso per il raggio dell'orbita.

Quest'ultimo, corrispondente cioè alla media distanza Terra-Sole, è di circa 149.480.976 km.

Il quoziente quindi del quadrato della velocità orbitale pel raggio dell'orbita sarà dunque espresso dal numero 0.000 005 923 743.

Esso ci esprime in chilometri l'accelerazione dovuta all'attrazione del Sole alla media distanza dalla Terra. Questa forza è diretta verso il centro del Sole.

Calcoliamo ora l'intensità dell'accelerazione che esercita la Terra sull'unità di massa di un punto situato alla distanza media Terra-Sole.

Detta accelerazione sarà espressa dalla legge di Newton dividendo l'intensità della gravità alla superficie terrestre per il quadrato del rapporto fra la distanza media Terra-Sole ed il raggio medio terrestre; variando, come si sa, le attrazioni in ragione inversa dei quadrati delle distanze. La distanza media Terra-Sole equivale all'incirca a 23478 volte il raggio medio terrestre. Quale intensità media della gravità assumeremo quella relativa alla latitudine di 45°. L'accelerazione corrispondente è espressa dal numero 9.8061.

Otterremo allora che l'accelerazione esercitata dalla massa della Terra, per via della gravità terrestre, sull'unità di massa di un punto situato dal centro della Terra alla distanza media del Sole è espressa dal numero 0.000 000 017 789 5.

Questo numero ci dice che la forza diretta verso il centro della Terra e che agisce sull'unità di massa del punto in questione, lo solleciterebbe nel primo minuto secondo colla velocità di m. 0.000 000 017 789 5.

L'accelerazione dovuta all'attrazione solare alla media distanza considerata è, espressa pure in metri, 0.005 923 743.

Quindi il quoziente $\frac{0.005\,923\,743}{0.000\,000\,017\,789\,5}$ ci esprimerà il rapporto tra la massa del Sole e quella della Terra.

Detto rapporto, espresso mediante quel quoziente, è 332 991.

La massa del Sole sarebbe quindi 332 991 volte quella della Terra.

Il risultato è un po' in difetto ora, mentre il numero 333 697 prima ottenuto era un po' in eccesso. Ciò dipende dal fatto che in ambedue i procedimenti noi abbiamo scartato dai nostri calcoli alcuni elementi che in una esposizione rigorosa, e non in questi schizzi elementari, sarebbe stato necessario introdurre.

Abbiamo così supposto, ad esempio, l'orbita della Terra circolare anzichè ellittica; e così parimenti quella della Luna.

Abbiamo inoltre arrotondato, sì i dati di base, come i risultati dei calcoli.

In conclusione: la massa della Terra sarebbe $\frac{1}{333\,432}$ della massa del Sole; vale a dire compresa tra i due valori $\frac{1}{333\,697}$ e $\frac{1}{332\,991}$.

Il 1° corrisponde a 0.000 002 996 733. Il 2° a 0.000 003 003 087.

Il secondo eccede il primo di 0 000 000 006 354; quindi possiamo senz'altro conchiudere, dietro le osservazioni precedentemente fatte, che i due metodi di calcolo dànno risultati soddisfacentemente prossimi e che quindi l'attrazione universale e la gravità non sono che una sola forza.

Di più la differenza tra il vero valore $\frac{1}{333\,432}$ e $\frac{1}{332\,991}$ è — 0.000 000 003 979; tra $\frac{1}{333\,432}$ e $\frac{1}{333\,697}$ è + 0.000 000 002 375.

La media quindi tra i due valori $\frac{1}{333\,697}$ e $\frac{1}{332\,991}$ eccederà $\frac{1}{333\,432}$ di 0.000 000 000 802.

Detta media corrisponde a $\frac{1}{333\,344}$.

Quindi, se noi ammettessimo peso uguale ai due procedimenti seguiti per determinare la massa del Sole: la media suddetta dovrebbe darci il rapporto della massa della Terra a quella del Sole in modo doppiamente approssimato.

Ed in realtà il valore di detta media, paragonato col valore vero, ci permette questa conclusione. Ammessa ora dunque la massa del Sole uguale a 333 432 volte quella della Terra, come risulta da calcoli assai più rigorosi dei nostri, ci proponiamo di determinare il peso del Sole.

Il volume di esso è circa 1.301.200 volte quello della Terra; quindi il quoziente $\frac{333\,432}{1.301.200}$ ci esprimerà, come è noto, il rapporto tra la densità del Sole e quella della Terra. Detto rapporto è 0.256.

Ora le densità di due corpi stanno nello stesso rapporto dei loro rispettivi pesi specifici; quindi il peso specifico della materia solare è in media i 0.256 del peso specifico della materia terrestre. Ma il peso specifico di un corpo è il peso dell'unità di volume di questo corpo e quindi il peso totale del medesimo sarà il prodotto del volume del corpo per il suo peso specifico. Quindi se il peso specifico del Sole fosse il medesimo di quello della Terra ne verrebbe che il rapporto tra i loro relativi pesi totali sarebbe uguale al rapporto dei volumi rispettivi e quindi il peso del Sole sarebbe 1.301.200 volte quello della Terra.

Ma il peso specifico del Sole è 0.256 il peso specifico della Terra e se il volume di questa è espresso da un dm^3, il volume del Sole sarebbe espresso da 1.301.200 dm^3, il cui peso sarebbe quindi 1.301.200 volte quello di un dm^3 di materia solare; cioè quindi:

$$1.301.200 \times 0.256 \text{ volte un } dm^3 \text{ di materia terrestre.}$$

Ora il volume di quest'ultima l'avevamo appunto supposto uguale a un dm^3, quindi il peso del Sole sarà:

$$1.301.200 \times 0.256 \text{ volte il peso della Terra.}$$

E poichè questo prodotto è uguale al rapporto tra la massa del Sole e quella della Terra, poichè il rapporto già trovato $\frac{333\,432}{1.301.200}$ è uguale appunto a 0.256, ne verrà che il peso del Sole sarà 333 432 volte quello della Terra.

Il volume di quest'ultima è, espresso in km^3, uguale a 1.082 841 320 000.

Il peso specifico della medesima è, come si sa dalla media di varie esperienze, espresso dal numero 5.52; quindi il peso della Terra sarà all'incirca:

5 sestilioni, 977 quintilioni, 280 quattrilioni di tonnellate; un numero cioè di 22 cifre intere che, moltiplicato quindi per 333 432, ci darà come peso del Sole:

1.993.016 sestilioni di tonnellate; un numero cioè di 28 cifre intere!

E questo è il concetto più esatto che ci sia possibile formarci di una grandezza così mostruosa!

Affine di dare un'idea del procedimento seguìto per calcolare la massa di un pianeta del nostro sistema solare mediante i satelliti che l'accompagnano, ci proporremo ora di determinare la massa di Giove.

Cominceremo dal calcolare la velocità di uno dei suoi satelliti sull'orbita relativa; determineremo quindi la forza attrattiva di Giove sull'unità di massa alla distanza media del satellite, dopo ciò calcoleremo il valore di questa forza d'attrazione sull'unità di massa di un satellite fittizio distante dal pianeta la media distanza Sole-Terra. Facendo allora il rapporto tra la forza attrattiva del Sole, quale fu già da noi trovata, sull'unità di massa di un punto distante da esso la distanza media Terra-Sole e la forza esercitata da Giove sul pianeta fittizio ultimamente considerato, avremo il rapporto tra la massa del Sole e quella di Giove.

Consideriamo dunque il moto di uno dei satelliti di Giove, il primo, ad esempio, attorno al pianeta stesso.

Il satellite in questione ha una media velocità orbitale di circa 17.250 metri per minuto secondo. Il raggio medio dell'orbita è di 419.642 km. circa; l'eccentricità dell'orbita piccolissima.

Il quoziente del quadrato della velocità diviso per il raggio dell'orbita è quindi 0.000 709 07 : dunque metri 0.709 ci rappresenterà l'accelerazione dovuta alla forza attrattiva di Giove alla media distanza del primo satellite.

Quale sarà essa alla distanza media del Sole dalla Terra? Il raggio dell'orbita del satellite è circa 356,2 volte minore del raggio dell'eclittica; quindi la forza attrattiva di Giove diverrà 126.886 volte più piccola. Sarà dunque espressa dal numero:

0.000 000 005 588 24.

Ora la forza attrattiva del Sole sull'unità di massa alla media distanza Terra-Sole era espressa dal numero 0.000 005 923 74, il cui rapporto a 0.000 000 005 588 24 è circa 1060, il che ci dice che la massa del Sole è 1060 volte quella di Giove. In realtà, come risulta da calcoli assai più esatti, la massa del Sole è 1047 volte circa quella di Giove. Ricordando ora che il rapporto tra la massa del Sole e quella della Terra era espresso dal numero 333 432, ne viene che il rapporto tra la massa di Giove e quella della Terra sarà espresso all'incirca dal nu-

mero 318; quindi il peso di Giove, dedotto collo stesso ragionamento fatto per il Sole, sarà 318 volte circa il peso della Terra.

Il peso di quest'ultima era: 5.977.280 quattrilioni di tonnellate circa.

Quello di Giove sarà dunque: 1.902.911 quintilioni di tonnellate circa.

L'esempio dato ora si potrà applicare agli altri pianeti forniti di satelliti. Per quelli che ne sono privi il calcolo della massa del pianeta è assai complicato; richiedendo allora lo studio delle perturbazioni dei corpi vicini del sistema planetario.

Un'ultima applicazione dei principî dell'attrazione universale vogliamo farla pel nostro satellite la Luna. È noto che l'attrazione combinata del Sole e della Luna produce sulle acque dei nostri Oceani il così detto flusso e riflusso del mare: le maree cioè.

Quantunque la massa del Sole sia enormemente maggiore della Luna, a causa però della assai maggior distanza di esso dalla Terra, l'influenza del Sole sulle maree è assai minore di quella della Luna.

Lo studio del contributo portato separatamente e rispettivamente da ognuno di questi due astri sulle maree ci fornirà, come ora vedremo, il mezzo di determinare la massa della Luna.

A tal uopo è bene ricordare qualche cosa sulla teoria delle maree.

Nello studio di esse si considera la superficie terrestre come interamente coperta dalla superficie del mare. L'attrazione lunisolare avrà allora per effetto, causa la differenza della sua intensità tra il centro della Terra ed i punti alla superficie, di sollevare le acque del mare, facendo assumere alla superficie delle medesime una forma press'a poco elissoidica.

L'asse maggiore di questa elisse coincide in posizione col vettore che ci rappresenta la forza attrattiva da cui origina il fenomeno. L'intensità di quest'ultima è evidentemente massima allorchè il Sole e la Luna giacciono col centro della Terra su di una medesima retta. I vertici dell'elisse, dovuta alla marea, apparterranno dunque ad un dato istante, sempre a quei due punti del nostro globo aventi rispettivamente la Luna allo zenit ed al Nadir.

Il primo dei suddetti punti, infatti, come maggiormente attratto del centro della Terra, tenderà assai più fortemente dal centro ad avvicinarsi agli astri attrattivi.

Il secondo punto, quello cioè avente la Luna al Nadir, sarà soggetto ad un'attrazione lunisolare più debole del centro della Terra: e di ugual misura più debole, quale la differenza tra la forza attrattiva pel punto avente la Luna allo zenit e quella pel centro della Terra.

In conseguenza quindi la forma elissoidica, che tenderà ad assumere la superficie dell'acqua del mare, presenterà la massima curvatura nei due punti in cui si ha rispettivamente la massima e la minima attrazione.

Ciò posto vediamo il contributo alle maree, separatamente pel Sole e per la Luna.

Cominciamo anzi dalla Luna, la cui massa indicheremo con m, mentre con d indicheremo la distanza tra i centri della Terra e della Luna ad un dato istante fisico; r ci indicherà il raggio medio terrestre.

Ciò posto, la differenza: $\frac{m}{d^2} - \frac{m}{(d-r)^2}$ ci dirà di quanto l'attrazione lunare sul punto avente ad un dato istante la Luna allo zenit, superi quella esercitata da quest'astro medesimo sul centro della Terra. Ora la suddetta differenza si riduce al calcolo della seguente espressione:

$$f_L = -\frac{r(2d - r)}{d^3(d - 2r)}m$$

in cui posi in evidenza il segno negativo per indicare appunto che si tratta di forza attrattiva diretta dal centro alla superficie della Terra.

Trascurando r rispetto a $2d$ otterremo l'espressione più semplice:

$$f_L = -\frac{2rm}{d^2(d - 2r)}$$

Passiamo ora all'attrazione solare, indicando con M la massa del Sole, D la sua media distanza dal centro della Terra; e proponiamoci di fare il medesimo calcolo fatto per la Luna. Otterremo:

$$F_S = -\frac{2rM}{D^2(D - 2r)}$$

quindi:

$$\frac{F_S}{f_L} = \frac{M}{m}\frac{d^2(d - 2r)}{D^2(D - 2r)}$$

È chiaro dunque che se conoscessimo il rapporto $\frac{F_S}{f_L}$, noto M, ci determineremmo con tutta facilità m.

Ora questo rapporto dipende evidentemente dalla marea solare paragonata alla lunare; vale a dire dal rapporto tra i sollevamenti delle acque per le due maree.

Nell'epoca delle sizigie l'asse maggiore dell'elissoide precedentemente considerato, sarà evidentemente massimo perchè i sollevamenti rispettivamente dovuti ai due astri considerati agiscono su quel punto avente la Luna allo zenit nella stessa direzione; quindi il sollevamento risultante del livello dell'acqua è la somma dei sollevamenti prodotti separatamente dal Sole e dalla Luna.

All'epoca delle quadrature l'asse maggiore dell'elissoide, dovuto all'attrazione lunare, giace perpendicolarmente all'asse maggiore dell'elissoide relativo all'attrazione solare; quindi l'attrazione risultante è la differenza delle due attrazioni rispettivamente e separatamente considerate; ed in conseguenza il sollevamento risultante del livello dell'acqua è ora la differenza dei sollevamenti prodotti separatamente dal Sole e dalla Luna (1).

Se noi conoscessimo quindi rispettivamente la somma e la differenza dei suddetti sollevamenti ci sarebbe possibile ottenere con tutta facilità i medesimi.

Ora la somma dei sollevamenti e la differenza dei medesimi, non ci sono esplicitamente note, ma ci è possibile invece teoricamente misurare di quanto la somma suddetta supera la differenza.

Ciò possiamo ottenere direttamente mediante la differenza di livello dell'acqua dell'Oceano in un posto, tra l'epoca delle sizigie e quella delle quadrature.

Ma questa differenza di livello, come è facile a vedersi, non è altro che il doppio o della marea solare, o della marea lunare considerate entrambe separatamente.

Dovrebbe essere il doppio della marea solare all'istante in cui la Luna passa al meridiano pel punto in questione nell'epoca delle quadrature.

Ed all'apposto, sempre in questa medesima epoca, il doppio della marea lunare all'istante in cui il Sole passa al meridiano pel punto considerato.

Tutto questo, ben inteso, nell'ipotesi che gli istanti del sollevamento (flusso), e dell'abbassamento (riflusso), così risultanti teoricamente pel

(1) Infatti il sollevamento risultante diventa ora uguale alla differenza tra gli assi maggiori degli elissoidi delle rispettive due maree considerate separatamente.

mare nel punto considerato, corrispondano effettivamente e rispettivamente agli istanti in cui la Luna ed il Sole passano successivamente al meridiano nell'epoca delle quadrature.

Ora ciò effettivamente non si verifica perchè la Terra anzitutto non è totalmente coperta d'acqua, come abbiamo teoricamente supposto, e poi a causa della resistenza a cui è soggetta l'acqua degli Oceani nei suoi movimenti.

In conseguenza quindi nell'epoca delle quadrature il flusso ed il riflusso del mare non si seguiranno già coll'intervallo di sei ore; ma, come consta, si effettueranno in un intervallo di circa 12 ore e mezzo. Così si è osservato, ad esempio, che nei porti dell'Oceano atlantico la più alta marea non avviene nel giorno stesso delle sizigie, ma 36 ore dopo.

È evidente inoltre che l'ora della marea avanza dall'epoca delle sizigie alle quadrature e che ritarda viceversa dalle quadrature alle sizigie. La dimostrazione è ovvia, costruendo il vettore risultante dei due vettori delle forze attrattive della Luna e del Sole su un dato punto dell'Oceano.

In conseguenza dunque le due maree massima (flusso) o minima (riflusso) del punto considerato non coincidono cogli istanti del passaggio al meridiano della Luna o del Sole, rispettivamente, all'epoca delle sizigie o delle quadrature.

Però nelle sizigie equinoziali, in cui si verificano maree molto notevoli, il tempo compreso tra l'istante del passaggio al meridiano della Luna per un dato porto e quello dell'alta marea è costante, variando naturalmente di valore però da porto a porto. A questo intervallo, costante sempre per un dato porto, si dà il nome di stabilimento del porto.

Noto quindi lo stabilimento del porto, si potrà osservare nel punto considerato l'altezza massima dell'acqua nella sizigia e quelle corrispondenti alla quadratura e relative rispettivamente all'influenza del passaggio al meridiano della Luna e del Sole.

Allora la differenza di altezza del livello dell'acqua tra la sizigia e la quadratura sarà dovuta alla influenza della marea solare, considerata separatamente, se la lettura del livello dell'acqua nell'epoca della quadratura corrisponde all'istante in cui l'influenza della Luna è massima nel giorno in questione.

Sarà all'opposto dovuta all'influenza della marea lunare, considerata pure separatamente, se la lettura del livello dell'acqua corrisponde all'istante in cui l'influenza del Sole si fa sentire massima pel giorno in questione e nella stessa epoca delle quadrature.

Detti istanti non corrispondono, come si disse e per le ragioni esposte, a quelli del passaggio al meridiano, rispettivamente e successivamente, dei due astri.

La prima differenza di livello tra la sizigia e la quadratura, quella cioè che corrisponde all'istante in cui si fa sentire massima l'influenza lunare, nel giorno considerato di quest'ultima epoca, è uguale, come si disse, al doppio della marea solare.

La seconda differenza di livello tra la sizigia e la quadratura, quella corrispondente all'istante in cui, nel giorno considerato e nella stessa epoca, si fa sentire massima l'influenza solare, è uguale al doppio della marea lunare.

Il rapporto tra le due maree solare e lunare, separatamente considerate, si potrebbe così determinare dal rapporto tra queste due differenze di livello rispettivamente ora considerate.

Questo rapporto è 0.4255. Evidentemente esso è l'espressione numerica del $\frac{F_S}{f_L}$ precedentemente considerato.

Mantenendo dunque le notazioni già adottate avremo:

$$0.4255 = \frac{M}{m} \frac{d^2 (d - 2r)}{D^2 (D - 2r)}$$

ossia:

$$\frac{1}{m} = 0.4255 \frac{D^2 (D - 2r)}{d^2 (d - 2r)} \frac{1}{M}$$

applicando questa formola in cui si ponga $d = 60{,}26656\ r$ $D = 23478{,}3\ r$; $M = 333\,432$ otterremo:

$$\frac{1}{m} = 78; \text{ quindi: } m = \frac{1}{78}$$

esprimerebbe la massa della Luna, assunta come unità di misura quella della Terra.

Il valore trovato ora s'accorda discretamente bene con $\frac{1}{81{,}45}$, da tutti generalmente adottato e determinato in modo assai più rigoroso delle osservazioni di una superficie di livello così instabile, come quella del mare, per altri e vari fattori indipendenti dalle attrazioni lunisolari.

La massa della Luna è dunque tale che si richiedono 81,45 lune onde costituire la massa della Terra.

Il peso della Luna sarà dunque:

$$\frac{1}{81,45} \text{ del peso della Terra;}$$

ossia:

$$\frac{1}{81,45} \times 5.977.280 \text{ quattrilioni di tonnellate.}$$

La Luna pesa dunque all'incirca:

73 quintilioni, 385 quattrilioni, 830 trilioni di tonnellate.

Un numero dunque di 20 cifre intere.

Se anzichè tonnellate fossero km. percorsi in un filo di rame colla velocità di 463000 km. al minuto secondo, vale a dire colla velocità di propagazione dell'elettricità di sfregamento secondo Wheatstone, il tempo impiegato sarebbe di:

5.026.000 anni circa.

Abbiamo noi un'idea di cifre così mostruose come quelle precedentemente trovate?

Abbiamo l'idea esatta di ciò che è un milione?

Ebbene allora dobbiamo ritenere che una persona, la quale potesse contare ininterrottamente giorno e notte, impiegherebbe più di quarantun giorni prima di giungere al milione; pronunziando tutti i numeri interi successivamente nella serie naturale dall'uno al milione; e nell'ipotesi che essa impiegasse a contare i primi cento numeri interi della serie naturale un minuto primo ed indi tutti i numeri interi successivi fino al milione, non già con tempo proporzionale solo al numero della quantità delle cifre contate, ma bensì pure con riguardo al numero delle sillabe costituenti i numeri che deve pronunciare; come è nell'ordine naturale delle cose supporre.

Nessun'idea dunque possiamo formarci delle immani cifre calcolate precedentemente, perchè la loro entità sfugge alla percezione dei nostri sensi; rappresentino esse tonnellate, oppure chilometri.

Milioni di chilometri abbraccia in un attimo lo sguardo umano dalla Terra alle più remote stelle, la cui luce impiega molti anni per giungere a noi!

E questo cammino così lungo in un solo istante l'idea lo attraversa!

No: noi non vediamo, non abbracciamo con altro sguardo che non sia quello del pensiero, la ridda degli infiniti!

L'occhio corporeo, quest'organo così delicato e perfetto, che il poeta celebra nei versi:

Zum sehen geboren, zum schauen bestellt
Ich blick' in die Ferne, ich sehe in die Näh,

e che, in rapido giro, tanto dirci sa delle cose, qui non sa più vedere.

Similmente l'orecchio, pel cui tramite le oscillazioni dell'aria si fondono in suoni e creano armonie possenti nelle più recondite fibre dell'anima, non sa afferrare voci lontane che pur distintamente l'anima nostra sente, e che in essa sollevano eco profonda. Sono voci, or di gaudio: luci radiose di divina dolcezza; or di dolore: luci livide, baleni sinistri in tenebre paurose; sono fremiti, lampi di passione, in accenti umani che all'orecchio corporeo non arrivano!

O favella silente del pensiero, chi può misurare le altezze di cui sei capace?

Milano, 6 marzo 1912.

G. Bottino Barzizza.

ELEMENTI DI ASTRONOMIA SFERICA

Lezioni di G. V. SCHIAPARELLI

(da manoscritto dell'anno 1896)

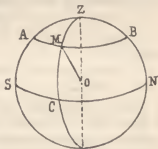
VII. *Primo sistema di coordinate sferiche: sistema altazimutale.* — I sistemi di coordinate sferiche a cui soglionsi riferire le posizioni degli astri non sono arbitrarii, ma devono essere determinati dalla natura stessa degli oggetti a cui devono servire; i loro punti e circoli fondamentali devono essere stabili e facili a definire.

Il primo sistema, a cui si è naturalmente condotti, è quello che ha per fondamento lo *zenit*. Lo zenit è quel punto della sfera celeste, che

viene determinato dal prolungamento superiore della linea verticale; e la sua direzione può sempre ottenersi col filo a piombo. Tale direzione è assolutamente costante rispetto al luogo dove si trova l'osservatore; essa viene, nel sistema ora considerato, posta come asse principale della sfera celeste. Immaginando per il centro della sfera un piano perpendicolare alla linea verticale, questo determinerà sulla sfera il circolo massimo, cui si dà nome di *orizzonte razionale,* per distinguerlo dall'orizzonte *sensibile o fisico*, che è il confine della prospettiva terrestre ed è spesso irregolare, mentre il primo è un concetto geometricamente definito. Tutti i piani che passano per la linea verticale sono verticali, e determinano sulla sfera altrettanti circoli, che dicons *circoli d'altezza* o *circoli verticali.* Fra essi è notabile quello che giace parallelamente alla direzione dell'asse rotatorio della Terra, il quale dicesi piano e circolo *meridiano*; il modo di definirlo con le osservazioni si vedrà in seguito. La sua direzione determina sull'orizzonte i punti del Nord e del Sud e quindi tutta la rosa dei venti.

Sia O il centro della sfera, N S l'orizzonte, S il punto Sud, Z lo zenit, S Z N il meridiano dell'osservatore, M un punto qualsiasi della sfera, segnante la direzione O M. Il circolo Z M C sarà il *verticale* di M. La posizione di M si definisce dall'angolo S Z C (o dall'arco S C) che chiamasi *azimut* di M (e suolsi dagli astronomi contare positivamente da Sud verso Ovest) e dall'arco M C che è l'*altezza* di M sopra l'orizzonte: onde a questo sistema di coordinate il nome di *altazimutale.* Spesso invece dell'altezza M C s'impiega la *distanza zenitale* M Z, cui alcuni dànno il nome di *apozenit.* Il luogo dei punti M, che hanno tutti eguale altezza è un circolo minore A B, di cui Z è polo, e che suolsi chiamare *almucantarat.*

Fig. 5.

Alla misura delle coordinate altazimutali s'impiega l'istrumento *altazimutale,* detto talora semplicemente *altazimut*, il quale non è altro che quello conosciuto dagli ingegneri sotto il nome di *teodolite* e talora *strumento universale*, sul cui circolo orizzontale leggonsi gli azimut (o almeno le differenze degli azimut), mentre il circolo verticale, debitamente munito di livella a bolla d'aria, dà le altezze e le distanze dallo zenit. Se gli astri avessero nel cielo una posizione fissa rispetto all'osservatore, se quindi apparissero sempre nella medesima altezza e nella

medesima direzione, questo istrumento potrebbe da sè solo bastare ad ogni operazione astronomica. Ma considerando il Sole, la Luna e tutti gli astri, si vede che essi non restano fissi in una medesima direzione alcun istante sensibile di tempo e che vanno mutando le posizioni apparenti con movimenti di varia natura e di varia velocità. Quindi la necessità di introdurre altre specie di coordinate e altri strumenti per determinarle.

VIII. *Rotazione apparente del cielo.* — Il primo e più grandioso fenomeno che si presenta all'osservatore dei moti celesti è quello della rotazione diurna apparente della sfera celeste. Per comprenderne intieramente gli effetti supponiamo che lo spettatore si trovi in luogo di libero orizzonte, e che si metta a far questo studio durante una notte molto serena e non turbata dal chiaror della Luna. Fissando di quando in quando l'attenzione sulle stelle più cospicue e sui gruppi più facili a riconoscersi per la loro forma, egli non tarderà a scoprire che tutti questi astri vanno lentamente e continuamente cambiando la loro altezza e il loro azimut. Dalla parte di oriente in generale essi parranno elevarsi e declinare nel medesimo tempo verso destra, cioè verso mezzodì, percorrendo linee oblique all'orizzonte.

Nel medesimo tempo nuove stelle, prima invisibili, andranno qua e là sorgendo in diversi punti dell'orizzonte orientale, e alzandosi nello stesso modo.

Un fatto opposto si mostra a chi guarda dal lato di ponente: ivi le stelle si abbassano tutte, e nello stesso tempo deviano in azimut verso le parti del settentrione, descrivendo anch'esse delle traiettorie oblique. E quegli astri che prima si trovavano prossimi all'orizzonte occidentale, andranno scendendo sempre più verso il basso, fino alla loro totale occultazione o tramonto.

Seguitando poi questa considerazione per parecchie ore, si vedrà che quelle stelle, le quali dapprima si trovavano verso levante, si vanno alzando fino a un certo punto, dal quale poi incominciano ad abbassarsi per volgere al loro occaso, percorrendo così nel cielo una curva simile a quella descritta ogni giorno dal Sole. Ma un esame più accurato farà vedere che tutte queste curve non sono eguali.

Rappresenti in prospettiva M N l'orizzonte razionale; O sia il centro della sfera celeste, in cui si suppone l'osservatore, M E″N sia la metà visibile di questa sfera: M indichi la direzione del mezzogiorno, N quella del settentrione, L′ quella del levante, T′ quella del ponente.

Si faranno le seguenti osservazioni:

1° Le stelle che si levano nelle parti prossime a L′ descrivono archi simili a L′E′T′ ed impiegano circa 12 ore (alcuna più, alcuna meno) dal levare al tramonto;

2° Le stelle che si levano in L, cioè in punti intermedii al levante o al mezzodì, descrivono archi più brevi come L E T e tramontano in punti intermedii al mezzodì e al ponente, impiegando tempi minori dal sorgere al cadere, tanto minori quanto più la traiettoria è breve e si avvicina di più ad M;

3° Quelle stelle che levano in L″ fra levante e settentrione, si alzano fin molto presso allo zenit e tramontano fra settentrione e ponente, impiegando più che 12 ore a percorrere archi come L″E″T″. Ed in generale il tempo dell'apparizione di un astro sull'orizzonte, cioè l'intervallo dal suo levare al suo tramontare è tanto più lungo, quanto più i punti ove sorge ed ove cade sono vicini al punto N della tramontana. Tutti gli archi descritti sono poi (nei nostri paesi) inclinati sull'orizzonte nel modo che la figura dimostra.

Ma se rivolgiamo lo sguardo alla plaga del cielo situata a settentrione fra il punto N del Nord e lo zenit, troveremo altre apparenze. Colà le stelle descrivono non più archi appoggiati sull'orizzonte, ma circoli intieramente collocati sopra di esso, in guisa che per esse non vi ha nè levata, nè tramonto. Tali circoli, come E‴D, paiono aver tutti per polo comune un medesimo punto P, e son tanto minori, quanto più le stelle corrispondenti sono vicine a P. Assai prossima a P si vede una stella piuttosto brillante, detta la *Polare,* la quale a Milano trovasi alta sull'orizzonte circa 45° fra lo zenit e il punto Nord, e descrive un circolo talmente piccolo intorno a P, che a prima giunta pare affatto immobile.

Tutti i circoli sopradetti sono descritti dalle stelle in un medesimo periodo, che abbraccia 23 ore e 56 minuti di tempo medio, o quasi 24 ore, come noi diremo spesso per brevità; ed ogni cosa accade come se le stelle di quella regione fossero infisse nella sfera celeste come in una sfera di cristallo, e come se questa ruotasse in quasi 24 ore intorno a P tutta in un sol pezzo.

Questa rotazione del resto sembra esser comune anche a quelle stelle che si occultano in una parte del loro corso diurno.

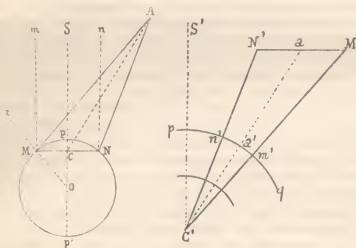
Se si osservi una stella, la quale tramonti in una parte dell'orizzonte, non lontana dal punto N, per esempio in T'', la si vedrà dopo poche ore (od anche meno) ricomparire o levare in L'', e dopo quasi 24 ore la notte seguente tramontare e levare di nuovo nei medesimi punti T''L'', dopo aver descritto un arco L''E''T'' assai maggiore di mezza circonferenza. Da questo si comprende che tali stelle descrivono anch'esse un circolo completo intorno a P, ma che una parte di esso è invisibile, e giace sotto l'orizzonte. Il medesimo ragionamento si può applicare alle stelle più lontane da P che non le precedenti: solo è da notare che per queste la parte invisibile del circolo descritto è una frazione più considerabile del circolo intiero. E di ciò è facile assicurarsi, osservando che anche queste altre stelle conservano sempre a un dipresso la medesima distanza angolare da P durante l'intero tempo della loro visibilità, onde segue che gli archi descritti sono archi di circolo. Inoltre se una stella qualunque si osservi levare o tramontare, essa leverà o tramonterà anche dopo 23 ore e 56 minuti di tempo medio, e nei medesimi punti dell'orizzonte. E se si diriga un cannocchiale ad una stella, poi lo si lasci fisso senza muoverlo, avverrà che la stella, dopo l'intervallo ora detto, entra di nuovo nel campo.

Infine se si noti un gruppo o configurazione qualunque formata da più stelle, si vedrà che questa figura si va lentamente rivolgendo intorno a P, senza che in essa appaia alcuna mutazione di forma. E se in questa figura un lato od un angolo era diretto verso P, esso accennerà ancora a P durante tutto il corso.

In conclusione, tutti i fenomeni si presentano appunto come se una sfera, colle stelle incastrate alla sua superficie, girasse intorno alla retta O P come asse, una volta in 23 ore e 56 minuti, rimanendone tuttavia sempre soltanto visibile quella metà che sta sopra al nostro orizzonte. E i moti diurni del Sole e della Luna appaiono esser non altro che casi particolari di questo moto generale a cui essi partecipano come tutti i corpi celesti.

IX. *Causa della rotazione apparente del cielo.* — Gli antichi quasi tutti, e tutti quelli che vennero dopo fino a Copernico, credettero che la rotazione diurna fosse realmente prodotta dal girare di una sfera immensa, comprendente tutto l'universo; e soltanto dopo aspre battaglie date all'ignoranza, ai pregiudizi e alla superstizione insieme riuniti in formidabile lega, è riuscito all'Astronomia di stabilire che questa è una pura apparenza, prodotta dal girare che noi facciamo con tutta la mole terrestre una volta al giorno intorno all'asse di rotazione di questa.

Per comprendere in qual modo la rotazione della Terra produca le apparenze sopra descritte, noi immagineremo dapprima che uno spettatore si trovi collocato sopra uno dei poli di rotazione terrestri, come in P. Girando la Terra una volta intorno al suo asse, farà anche girare lo spettatore intorno a se medesimo; ma siccome egli è inconscio di questo movimento, attribuirà al cielo il suo proprio ruotare, e se la Terra gira da occidente in oriente, egli crederà di vedere il cielo av-

volgersi in egual tempo e con rotazione contraria da oriente in occidente intorno alla linea P S, cioè intorno alla propria verticale. Per questo caso la spiegazione non offre dunque alcuna difficoltà.

Consideriamo ora uno spettatore che si muova di moto diurno lungo il suo parallelo M N, e per agevolezza supponiamolo ritto non secondo la sua verticale, ma secondo una direzione parallela all'asse P P′ cioè lungo M *m*, N *n*. Egli sarà animato simultaneamente da due movimenti, cioè da un moto rotatorio identico a quello della Terra, ed intorno ad un asse parallelo a P P′; più da un moto di traslazione lungo il parallelo, in forza del quale descrive un'orbita circolare intorno al punto C. Ora quanto alla rotazione intorno ad un asse parallelo a P P′, essa deve produrre lo stesso effetto che sopra lo spettatore collocato in P: l'apparenza dipendente dalla rotazione in discorso sarà dunque una rotazione eguale e contraria della sfera celeste intorno ad una linea che lo spettatore immagina ad ogni istante condotta dalla propria sede parallela-

mente all'asse P P'. Tale apparenza sarà evidentemente la stessa per tutti i luoghi della Terra, nè vi sarà altro di diverso se non l'angolo che l'asse di rotazione apparente fa colla verticale dello spettatore, cioè l'angolo *m* M *z*, diverso in diversi luoghi.

Per comprendere l'effetto del moto traslatorio sulle apparenze degli astri, sia A un corpo celeste qualunque, che per semplicità immaginiamo fisso nello spazio rispetto alla posizione occupata dalla Terra. Se l'osservatore si trovasse nel punto C, centro del suo parallelo, egli vedrebbe A sempre nella medesima direzione C A; e ruotando intorno al suo asse, attribuirebbe ad A il moto rotatorio considerato poc'anzi. Ma occupando successivamente diverse posizioni sul parallelo, la visuale condotta ad A si sposterà continuamente e descriverà il cono obliquo M A N, di cui A è il vertice, e il parallelo M N la base. Siccome lo spettatore non ha alcuna coscienza del suo muoversi lungo M N, attribuirà le variazioni della direzione della visuale ad un movimento di A, e immaginandosi fisso, per es., nel punto C' dello spazio quando egli si trova in M, crederà di vedere A nella direzione C'M' parallela ad A M; e trovandosi in N, crederà di vedere A lungo la linea C'N' parallela ad A N. Ed è facile vedere che il punto A sembrerà a lui moversi in modo da descrivere con le visuali condotte per C' un cono C'M'N' eguale ed opposto al vertice al cono M A N, mentre allo spettatore collocato in C il corpo A sembrerebbe stare sempre nella direzione C A o nella sua parallela C'*a*. Immaginando ora intorno a C' descritta la superficie sferica *p q*, è chiaro che sovra essa il punto *a'* indicherà la posizione in cui l'astro è veduto dallo spettatore fisso in C: mentre allo spettatore che percorre il parallelo M N il corpo A sembrerà descrivere ogni 24 ore circa una curva chiusa *m'n'* intorno alla posizione *a'*.

Ora sarà facile formarsi un'idea delle apparenze risultanti per lo spettatore dalla combinazione del moto rotatorio e del moto traslatorio. Per lui il polo celeste della rotazione diurna sarà nella direzione C'S' parallela a C S, e il punto ideale *a'* sarà quello che descrive un parallelo intorno a quel polo; mentre il corpo A gli sembrerà descrivere ogni giorno con moto epicielico intorno ad *a'* una curva chiusa, che è di quelle appellate ellissi sferiche. Le dimensioni di questa curva dipenderanno non solo dalla grandezza del parallelo M N, ma anche dalla distanza del corpo A; ed è manifesto che la detta curva sarà tanto più piccola, quanto A è più distante. E si può dimostrare che il risultato complessivo della rotazione di *a'* intorno a C'S' e del moto epicielico di A lungo l'ellisse sferica *m'n'* è ancora un'ellisse sferica eccentrica

rispetto al polo p; lungo la quale per conseguenza l'osservatore vedrebbe muoversi il corpo A una volta in circa 24 ore con moto non uniforme.

Tale sarebbe la natura del moto diurno dei singoli astri se a renderne più semplice lo studio ed il calcolo non soccorresse il fatto della grandissima distanza, alla quale la maggior parte di essi sono collocati. Questa distanza è tanto enorme per tutte le stelle propriamente dette, che anche prendendo per il parallelo M N l'equatore terrestre, ed assumendo per A le direzioni che offrono la massima divergenza nei lati del cono M A N, questa divergenza si dimostra non eccedere per alcuna stella $\frac{1}{12000}$ di secondo: quantità di molto inferiore ai limiti degli errori di osservazione. Ne deriva che le dimensioni angolari dell'ellisse epiciclica $m'n'$ non possono raggiungere $\frac{1}{12000}$ di secondo, cioè che praticamente sono insensibili. Quindi per tutti questi corpi così distanti l'effetto del moto epiciclico sarà praticamente nullo, e la rotazione apparente si farà per essi in paralleli concentrici al polo con moto uniforme, come abbiam detto succedere per lo spettatore collocato in P.

Soltanto per il Sole, per la Luna, per i pianeti e per le comete avviene che le dimensioni dell'ellisse epiciclica diventino apprezzabili alle nostre misure. Per la Luna il diametro di questa ellisse può giungere a due gradi, per gli altri astri summenzionati, ad una frazione notabile di minuto. Noi vedremo il modo di tener conto del moto epiciclico diurno anche per questi pochi astri, quando diventa necessario impiegarli alle osservazioni.

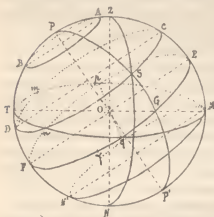
Con questo rimane dimostrato ciò che avevamo annunziato, cioè che la rotazione diurna del cielo può facilmente e interamente spiegarsi per mezzo di una rotazione eguale e contraria del globo terrestre, compientesi in 23 ore e 56 minuti di tempo medio, intorno ad un asse parallelo alla linea che segna la direzione del polo celeste di rotazione apparente.

X. *Definizioni relative al moto diurno della sfera celeste.* — Le operazioni dell'Astronomia pratica si devono eseguire sui fenomeni apparenti; quindi in tutto quello che seguirà adotteremo il linguaggio comune, che dalla più remota antichità si è usato per esprimere le idee connesse col moto diurno del cielo, quale appare a noi. Diremo dunque del levare e del tramontare degli astri, del loro movimento diurno e del rivolgimento del cielo come se si trattasse di cose reali:

1° perchè il discorso diventa in questo modo semplice e intelligibile;

2° perchè i procedimenti di osservazione sono adattati a quello che appare e non a quello che è realmente.

Conseguentemente immaginando l'osservatore al centro della sfera celeste in O, diremo che il suo orizzonte M T divide questa sfera in due parti, una superiore e visibile, l'altra inferiore e nascosta. I due poli della sfera rispetto al circolo dell'orizzonte ed i vertici dei due emisferi visibile ed invisibile saranno lo *zenit* Z ed il *nadir* N.

L'asse P O P′ della rotazione diurna chiamasi anche *asse del mondo;* i punti della sfera, in cui esso termina, diconsi *poli*. Uno di essi è per noi visibile, P, e dicesi polo *artico;* l'altro, P′, giace sotto l'orizzonte e dicesi *antartico*. L'arco T P chiamasi *altezza del polo* ed equivale alla latitudine dell'osservatore come sopra si è fatto notare. Perpendicolarmente all'asse del mondo saranno disposti i circoli paralleli, alcuni dei quali, come A B, saranno visibili per intiero e si diranno perciò *circoli d'apparizione perpetua*, e le stelle che li descrivono *circumpolari*. Altri, come C D, saranno visibili soltanto in parte. Quel circolo

massimo E F che ha per poli P e P′, e per asse l'asse del mondo, dicesi *equatore celeste,* e trovasi per metà sopra l'orizzonte, per metà sotto. Il parallelo M N′, che tocca l'orizzonte in M, limita una porzione di sfera M P′N′, la quale comprende quelle stelle, che rimangono sempre invisibili sotto l'orizzonte. I paralleli compresi entro M N′ diconsi *circoli di occultazione perpetua*.

Se noi immaginiamo condotto per la verticale O Z e per l'asse del mondo P P′ un piano, questo sarà verticale, e descriverà sulla sfera celeste il circolo massimo Z M N T, che si chiama il *meridiano,* perchè il Sole vi passa ogni giorno a mezzodì. Esso divide per metà tutte le parti dei paralleli che stan sopra l'orizzonte.

Per dimostrarlo consideriamo un parallelo qualunque C D: sia C il punto in cui esso è intersecato dal meridiano; *m n* siano le sue intersezioni coll'orizzonte. La retta C D, secondo cui il piano del parallelo è

intersecato dal meridiano, è un diametro del parallelo, perchè esso interseca l'asse P P'. La retta *m n* è una corda del parallelo perpendicolare a questo diametro, perchè essa risulta dall'intersezione di due piani perpendicolari al meridiano, è quindi essa pure perpendicolare al piano meridiano, e alle rette C D, T M nel meridiano contenute. Ne segue che C *m* = C *n*. Ciascuno di questi archi si chiama *arco semidiurno*, l'arco totale *m* C *n* è detto *arco diurno*. Tali denominazioni sono state tratte dalla considerazione del caso, in cui l'astro che descrive il parallelo C D sia il Sole medesimo. Per l'equatore l'arco diurno è evidentemente = 180°: ciascuno degli archi semidiurni E*p*, E*q* è di 90°. La retta *p q* essendo, come *m n*, ortogonale al piano meridiano, i punti *p q* saranno i *poli* del meridiano. Uno di essi è il punto di *levante*, l'altro quello di *ponente*. I punti M, T sono rispettivamente quelli di mezzodì e di settentrione. Avendosi poi T *m* = T *n*, si comprenderà come dall'osservazione delle direzioni in cui un astro leva e tramonta, si possa determinare la posizione del punto T, o la direzione della meridiana T O M.

Per ciascun parallelo il punto più elevato ed il più basso trovansi nel meridiano. Io dico, per esempio, che nel parallelo C D, C è il punto più elevato, D il più basso. Infatti per un punto qualunque S del parallelo si conduca un arco di circolo massimo al polo, come S P, e un altro S Z allo zenit; sarà

$$PS = PC = PZ + ZC.$$

Ma nel triangolo sferico P Z S si ha, come è noto,

$$PS < PZ + ZS;$$

dunque avremo:

$$PZ + ZC < PZ + ZS,$$

ossia:

$$ZC < ZS;$$

il che dimostra essere C il punto più vicino a Z. Similmente mostrerebbesi esser D il punto più vicino ad N. Per questo motivo dicesi *culminazione* (da *culmen*) il passaggio di un astro al meridiano: essa è *superiore* quando l'astro è nel punto più elevato (come C): *inferiore* quando è nel punto più depresso (come D). La parte P Z M P' del meridiano si suol chiamare *meridiano superiore*; l'altra è il *meridiano inferiore*. Il punto culminante E dell'equatore dicesi anche il *mezzo-cielo*.

(Continua).

NOTIZIARIO

Astronomia.

L'eclisse totale di Sole del 17 aprile 1912. — *(Continua).* — *Le spedizioni astronomiche.* — La spedizione più numerosa sarà quella promossa dall'*Associazione astronomica inglese*, il cui piano è stato preparato con diligenza dal Dr. G. F. Chambers, il quale, fin dal *meeting* del 29 novembre 1911, aveva richiamato, con una interessante nota, l'attenzione dei suoi colleghi su questo eclisse e sulla vicinanza della linea centrale.

Nel *meeting* seguente, tenuto il 29 dicembre, egli espose un programma che fu generalmente adottato, ma che tuttavia subirà delle modifiche

Secondo questo programma, la partenza dall'Inghilterra sarebbe fissata per il 29 marzo ed il ritorno per il 23 aprile. Si giungerebbe in Portogallo il 4 aprile, e nei giorni precedenti e susseguenti (17 aprile) si farebbero delle piccole escursioni, in modo che se l'eclisse, a causa del tempo cattivo, non fosse veduto, potesse dirsi di aver veduto almeno... i principali luoghi del Portogallo.

Il Chambers è tuttavia preoccupato... della nuova politica portoghese, sulla quale così si espresse nel *meeting* del 29 novembre: " A chi fosse in timore per i mutamenti politici che ebbero luogo in Portogallo nei due anni scorsi, io posso rispondere che non ho ricevuto nessuna informazione la quale mi abbia messo in sull'avviso che degli inglesi viaggianti su questo paese come *touristes* possano, a causa di tali mutamenti, incontrare incidenti spiacevoli. Qualunque sia lo stato d'animo della politica portoghese che avvolge il partito monarchico e repubblicano, le informazioni da me ricevute mi assicurano che la nazione è ancora, come lo è stata per due secoli, una nazione anglofila. Quindi si può dire che qualunque inglese il quale visiti il Portogallo per scopi scientifici, deve aspettarsi di esser ricevuto con amichevole ospitalità, anche in quei circoli, dove i nostri aperti sentimenti monarchici potrebbero causare una possibile mancanza di cordialità.

Quale sarà il contegno che il Governo repubblicano userà per incoraggiare gli astronomi che visiteranno il suo paese, è cosa che rimane a vedersi. Che esso ci dia il libero passaggio sulle ferrovie dello Stato, come ce lo diede nel 1900 il Governo monarchico, è, io credo, sperare un po' troppo. Tuttavia, *nous verrons* ".

Pare però ch'egli nutra poca speranza in una spontanea gentilezza del Governo repubblicano, poichè nel *meeting* del 31 gennaio scorso, ha annunziato di aver scritto a Sir Eduard Grey, ministro inglese degli affari esteri, per notificargli che la Società Astronomica inglese si recherà nel Portogallo ad osservare l'eclisse solare del 17 aprile, e per domandargli se non credeva opportuno di invitare il Governo portoghese ad usare agli astronomi le medesime agevolezze di cui furono ricolmati nel 1900 dal Governo monarchico. Il ministro gli ha risposto dicendogli che la sua proposta è stata presa in considerazione.

Infatti il Chambers ha ricevuto non ha guari il seguente dispaccio dal *Foreign Office:*

" Il Governo portoghese è disposto ad accordare le seguenti facilitazioni ai membri dell'Associazione astronomica inglese che si recheranno nel Portogallo con lo scopo di osservare l'eclisse solare nel prossimo 17 aprile. La " *Companhia Nacional dos Caminhos de Ferro* „ di proprietà dello Stato, che unisce Lisbona con Oporto, e la piccola Compagnia del " *Caminho de Ferro do Valle do Vouga* „ che fa il servizio nel distretto a sud-est di Oporto, concederanno per 30 giorni il libero passaggio sulle loro linee ai membri dell'Associazione astronomica inglese. La " *Companhia de Caminhos de Ferro Portuguezes* „ che non appartiene allo Stato e che fa il servizio tra Lisbona ed Oporto e nei distretti ad est di Lisbona, darà anche il libero passaggio sulle sue linee a quegli astronomi esteri che si rivolgeranno al Ministero dell'Interno.

Il Ministro delle Finanze ha disposto in modo che tutte le facilitazioni possibili siano usate alla dogana per l'entrata dei bagagli appartenenti agli astronomi. Per l'entrata, libera da tassa, dei loro strumenti astronomici, è necessario che ciascun astronomo sia provvisto di un certificato della Società o Osservatorio astronomico estero a cui appartiene, vistato dall'agente consolare portoghese del luogo, e nel quale si specifichi il suo nome e che strumenti egli porta con sè „.

Nell'adunanza del 31 gennaio, il Dr. Chambers disse che parecchi soci desideravano ritardare il giorno della partenza dall'Inghilterra, dalla quale altrimenti si troverebbero lungo tempo assentati. Per questi soci ritardatari egli ha provveduto con un piroscafo che partirà da Liverpool l'11 aprile ed arriverà ad Oporto nella mattina del 16.

Il Chambers ha anche raccolto i dati meteorologici riguardanti la penisola Iberica e la Francia, in guisa da poter prognosticare sul probabile tempo che in questi paesi si avrà nel giorno dell'eclisse. La speranza di buon tempo nel Portogallo non è molta, ed ancor minore è per la Francia.

Un'altra spedizione sarà organizzata dall'*Osservatorio d'Uccle*, la quale, a differenza di quella inglese che si recherà ad osservare l'eclisse per solo godimento, si è proposta di fare delle accurate osservazioni astronomiche e sopratutto di determinare con esattezza il diametro lunare. Questa spedizione scientifica s'installerà nelle vicinanze di Rance (Hainaut, Belgio).

Il metodo di cui si farà uso per determinare il diametro della Luna consiste nell'osservare, in due stazioni poste da una parte e l'altra della linea centrale, la falce luminosa del Sole al momento della più gran fase. La combinazione delle misure, fatte tanto sulla larghezza della falce quanto sulla distanza dei suoi corni, elimina l'effetto dell'irradiazione, se i due Osservatori sono muniti d'instrumenti identici. Si ottiene così un valore del diametro lunare, indipendentemente dall'errore delle tavole della Luna e da quello delle posizioni geografiche assolute delle due stazioni.

Per applicare questo metodo è necessario che i due Osservatori abbiano ciascuno un fotoeliografo, montato sur un equatoriale. Questi due fotoeliografi, saranno formati dall'equatoriale di Cooke di 150 mm., e dall'equatoriale di Grubb di 225 mm., i quali avranno ciascuno una camera fotografica, un pendolo di Riefler, e un cronografo.

Le due stazioni saranno dirette, l'una dal prof. G. Van Biesbroeck, l'altra dal dott. Casteels.

Siccome il movimento degli equatoriali richiede la conoscenza dell'ora esatta, e le fotografie che si otterranno non avranno valore se non si conoscerà l'istante della posa, così le due stazioni saranno provviste d'un apparecchio ricevitore di telegrafia senza fili, per il quale verrà comunicata dalla Tour Eiffel l'ora esatta.

Il prof. P. Stroobant, pure dell'Osservatorio d'Uccle, si recherà più vicino possibile alla linea centrale con un cannocchiale portatile.

Una terza spedizione sarà promossa dalla *Società Astronomica di Anvers*, (Belgio), i cui particolari mi sono stati gentilmente comunicati dal Dr. F. de Roy, direttore della *Gazette Astronomique*. Questa spedizione si è proposta di completare il programma dell'Osservatorio d'Uccle, e sopratutto di determinare con la più gran precisione possibile, la posizione della linea centrale. Per questa ricerca si tirerà una linea continua di osservatori sparsi per almeno un km., e in una direzione quasi perpendicolare alla linea di centralità.

Inoltre, sur un punto abbastanza elevato della linea centrale, si organizzerà una stazione con un equatoriale di 108 mm., un fotoeliografo, ed uno spettroscopio destinato ad osservare visualmente, in caso di corta totalità, il *flash spectrum*.

S'installerà una stazione meteorologica, e forse s'innalzerà un cervo volante, o un piccolo pallone con un apparecchio fotografico, con lo scopo di fotografare l'ombra, se sarà possibile.

Al collegio dei Gesuiti de Notre Dame-de-la-Paix, a Namur (Belgio) il P. Lunas farà delle ricerche fotometriche sull'eclisse, con un fotometro galvanometrico a selenio. Egli ha esposto il suo programma nell'ultima seduta della *Société Scientifique de Bruxelles*, ma la sua nota, io credo, non è stata ancora stampata.

La Società Astronomica Belga, organizzerà anch'essa una spedizione che s'installerà a Rance. Le osservazioni astronomiche saranno condotte dal P. Mier y Terán, astronomo conosciuto per i suoi studi solari fatti specialmente nell'Osservatorio di Cartuja. Egli sarà assistito da parecchi membri, i quali compiranno osservazioni su i contatti e sull'aspetto fisico del Sole. Forse si faranno anche delle osservazioni spettroscopiche.

Le fotografie saranno prese dal sig. Damry, il quale è molto esperto in questo genere di lavori; il Dr. Poskin, professore all'Istituto agricolo di Gembloux, farà delle osservazioni meteorologiche, ed il Dr. Lagrange delle osservazioni magnetiche.

Altri astronomi si recheranno sulla linea centrale: il Dr. William Lockyer, in compagnia di Frank McClean si recherà in Portogallo per compiere delle osservazioni astronomiche, il programma delle quali non mi è noto. Il Dr. A. C. D. Crommelin dell'Osservatorio di Greenwich forse si recherà, secondo quanto egli stesso mi scriveva, in St. Germain-en-Laye, vicino Parigi, dove l'eclisse sarà quasi totale.

L'eclisse in Italia. In Italia l'eclisse si vedrà come parziale.

A molti dei nostri consoci i quali non debbono compiere studi scientifici sul fenomeno, ma che l'osserveranno per semplice diletto del proprio spirito, basterà il dire che l'eclisse in Italia avrà principio tra le 11^h 49^m e le 11^h 58^m, e che avrà termine tra le 14^h 36^m e le 14^h 42^m. La fase massima sarà di 0.8 nell'Italia settentrionale, ed andrà gradatamente diminuendo fino a ridursi a 0.5 nell'Italia meridionale.

Come a suo tempo si annunziò nelle *Memorie di Astrofisica e di Astronomia*, io mi sono assunto l'incarico di calcolare rigorosamente le fasi di questo eclisse per alcuni Osservatori d'Italia. Dal mio manoscritto, in parte ancora inedito, deduco i tempi per le seguenti città, ad eccezione di Schio, il cui calcolo, pubblicato nella *Rivista di Fisica Mat. e Scienze Naturali* (maggio 1911) ed originalmente esteso fino ai secondi, spetta al ch.mo dott. F. Faccin.

Località	Principio	Mezzo	Fine	Fase massima
Catania	$11^h\ 57.^m8$	$13^h\ 18.^m0$	$14^h\ 36.^m4$	0.55
Genova	11 52. 2	13 15. 3	14 38. 3	0.81
Milano	11 54. 1	13 17. 2	14 39. 4	0.83
Napoli	11 58. 5	13 20. 4	14 40. 6	0.65
Palermo	11 54. 1	13 15. 6	14 35. 5	0.59
Roma	11 55. 8	13 18. 7	14 39. 9	0.70
Torino	11 51. 1	13 14. 2	14 37. 3	0.84
Firenze	11 55. 5	13 18. 7	14 40. 4	0.76
Bologna	11 76. 5	13 19. 6	14 41. 2	0.78
Padova	11 58. 5	13 21. 3	14 42. 5	0.80
Schio	11 57. 7	13 20. 6	14 42. 1	0.81

Aspettando eclissi migliori..... Dopo questo eclisse parziale, in Italia non se ne vedranno altri fino al 21 agosto 1914, giorno in cui avrà luogo un eclisse totale non solo in Svezia e Norvegia, come scrisse il Flammarion nel suo studio " *Les éclipses du XX^e siècle visibles a Paris* " (1), ma anche nella Russia, dove anzi la totalità raggiungerà la massima durata di $2^m\ 14^s$.

Tale totalità non è certo molto grande, ma ce ne dobbiamo contentare, poichè, secondo i computi recenti del dott. C. T. Whitmell, non si può mai avere una totalità maggiore di $7^m\ 33^s$ (2).

Eclissi che hanno una totalità di circa 7^m sono rarissimi in un secolo: nel XX se ne contano sei solamente, uno dei quali è già accaduto il 18 maggio 1901. Gli altri cinque sono:

Data	Luogo in cui si vedrà l'eclisse totale a mezzogiorno vero. λ	φ	Durata della totalità a mezzogiorno vero.
29 maggio 1919	18° W.	4° N.	$6^m\ 56^s$
8 giugno 1937	131 W.	10 N.	7 9
20 giugno 1955	117 E.	15 N.	7 14
30 giugno 1973	6 E.	19 N.	7 9
11 luglio 1991	105 W.	22 N.	7 0

La durata della totalità è stata da me computata con i dati del *Canon der Finsternisse* di Oppolzer, e diminuita di 11^s, poichè è noto che le totalità dedotte dal *Canon* sono di circa 11^s in eccesso su quelle del *Nautical Almanac*.

---

(1) *Bulletin de la Société astronomique de France, 1899.*

(2) Nel calcolo, il dott. C. T. Whitmell ha assunto per semidiametro lunare il valore 15′ 31″.65.

Il prossimo grande eclisse avrà dunque luogo il 29 maggio 1919, e sarà visibile in regioni relativamente non lontane da noi, nell'Africa occidentale, dove è probabile che gli astronomi italiani si recheranno ad osservarlo.

E voi, o lettori, senza muovervi dall'Italia, se avrete pazienza e volontà di vivere, ne vedrete uno nella mattina del 15 febbraio 1961...

Roma, 31 marzo 1912. PIO EMANUELLI.

Astrofisica.

La Nova dei Gemelli. — La notte del 12 marzo fu scoperta a Dombaas una stella nuova di 4ª grandezza presso la θ dei Gemelli. Essa fu immediatamente identificata da Millosevich, Hartwig ed altri con una stellina di 13ª grandezza delle carte di Wolf. Nell'Osservatorio astrofisico di Catania la si è assoggettata ad attento studio, dal prof. Riccò con osservazioni visuali dello spettro, dal prof. Bemporad col fotometro e dal dott. Fontana con fotografie dello spettro. La luce dell'astro diminuisce rapidamente non senza *esplosioni* di luce, come dimostrano le misure del prof. Bemporad:

Marzo	19	grandezza media	$5^M.46$
„	20	„	5.61
„	21	„	5.70
„	25	„	4.90
„	26	„	5.88

c.

Meteorologia.

Risultati di un ventennio di misure udometriche a Sestola. — Il presente contributo, dovuto al prof. Chistoni ed all'ing. L. Videmari, riesce molto utile, poichè fornisce i risultati di osservazioni eseguite, in una stazione dell'alto Appennino, con molta attenzione e con molta uniformità. Nella prima parte della pregevole Memoria, sono contenuti i valori diurni in millimetri delle precipitazioni aquee raccolte dal 1889 al 1908. Viene in seguito discussa la distribuzione dei valori decadici i quali indicano come i periodi di siccità si sono verificati con più frequenza in inverno e in estate; e in tutto il periodo si ebbero 29 decadi senza precipitazione.

I valori medii indicano il massimo principale (mm. 84,79) nella 3ª decade di ottobre e il secondario (mm. 47,00) nella 3ª decade di aprile. A un diligente esame è sottoposta la distribuzione dei valori mensili i cui valori medii indicano il massimo principale (mm. 179,89) in ottobre e il secondario (mm. 113,32) in aprile, col totale annuo di mm. 1213,50. Siffatti valori medii si discostano poco da quelli ottenuti da Eredia nello studio delle precipitazioni per tutta l'Italia, e difatti per ottobre risultò mm. 178,7, per aprile mm. 111,8 e per l'anno mm. 1200,6. Considerando la successione dei singoli valori annuali risulta come sono pochi gli anni nei quali la quantità di pioggia registrata si accosti alla normale e questo fatto serve a indicare la variabilità della distribuzione della pioggia nel clima di Sestola.

Viene in seguito discussa la distribuzione dei giorni piovosi tenuto anche conto della quantità di precipitazione caduta per ogni singolo giorno. La pioggia

giornaliera superiore a mm. 50 fu osservata soltanto 30 volte e il valore più elevato in mm. 121,59 si verificò il 30 ottobre 1889 da 4^h a 24^h, perciò con una intensità media oraria di mm. 60. Sono calcolati tutti quegli elementi che possono riuscire utili alle varie opere d'idraulica e ciò rende oltremodo interessante il lavoro, che rappresenta un valido contributo alle ricerche di fisica terrestre.

Le maree pel 1912 in varii porti italiani compresi quelli della Tripolitania. — Il distinto prof. G. Grablovitz in una pregevole nota pubblica le tavole di previsione delle alte e basse maree per Venezia, per l'isola d'Ischia e indica le correzioni per applicare le stesse tabelle, date per la città di Venezia, ad altri punti dell'Adriatico superiore. Poichè nell'Adriatico inferiore l'andamento della marea ha analogia piuttosto col mare Jonio e col Tirreno, anzichè col resto dello stesso Adriatico, l'A. calcola le costanti che si debbono detrarre dagli istanti calcolati per Ischia per avere i valori delle maree nei principali porti dei predetti mari.

Per le coste della Tripolitania manca qualsiasi dato di osservazioni fra Ras-el-Ketef al confine tunisino ed Alessandria d'Egitto; ma l'A., tenuto conto dei valori ricavati nelle località più prossime, assegna per Tripoli il valore di 3^h. e una ampiezza sigiziale di mezzo metro. Per l'uso della tabella d'Ischia per Tripoli, basta perciò detrarre 6^h precise da ogni singolo dato.

Oscillazioni del mare nelle coste di Sicilia. — Le oscillazioni del mare, che producono spesso delle dentellature nelle curve dei mareografi, sono, in alcuni luoghi, così ampie, da richiamare l'attenzione del pubblico, e in questo caso vengono indicate con un nome particolare. Così nelle coste occidentali della Sicilia, particolarmente in Mazzara, alle oscillazioni più ampie si dà il nome di *marrobbio.* Nel 1824 questo fenomeno fu studiato in Mazzara dall'ammiraglio Smyth, e la sua descrizione è anche oggi riportata nei portolani. Più tardi (1877) il Fischer si occupò del marrobbio, esaminandone le particolarità. Il prof. Giovanni Platania in una pregevole e completa monografia tratta questo argomento esponendo i particolari delle osservazioni eseguite nel 1905, con l'autorizzazione del Ministero della Marina, dagli Uffici di Porto della Sicilia meridionale e occidentale, da Siracusa a Trapani e nelle isole adiacenti.

Da queste osservazioni, da altre più recenti, dalle indagini eseguite localmente, dall'analisi delle curve di un piccolo mareografo impiantato in Mazzara dal Genio civile di Trapani, il Platania studia le condizioni meteorologiche in cui si verifica il marrobbio. Tratta poi dell'origine di esso, e dei periodi osservati e del periodo di oscillazione nel seno di Mazzara, e fa cenno delle sesse marine causate da terremoti. L'A. deduce come il marrobbio è in diretta dipendenza con perturbazioni meteorologiche; e l'origine di questo fenomeno è per lo più connessa con la presenza di sistemi isobarici racchiudenti un minimo, e con oscillazioni quasi periodiche della pressione atmosferica. L'ampiezza del fenomeno è eccezionalmente grande, ma anche a Lampedusa si osservano in qualche caso grandi dislivelli.

Il marrobbio essendo accompagnato dalla comparsa e spostamento di minimi barometrici, non è da aspettarsi, come altri afferma, che esso sia sempre preceduto dallo stesso vento, e che le direzioni dei venti si succedano, in ogni caso,

con lo stesso ordine. I periodi a Mazzara sono molto variabili, aggruppandosi i valori tra 10 e 18 e più raramente tra 21 e 26 minuti. Il medio periodo più breve corrisponde abbastanza col valore ottenuto applicando il metodo del Chrystal, supponendo che la massa aquea oscilli in un'insenatura secondo l'ipotesi dei Giapponesi, cioè che si tratti di sesse marine aventi un nodo all'imboccatura e un ventre all'estremità interna; esse sarebbero prodotte, per risonanza, da ondulazioni, di ampiezza relativamente piccola, esterne al seno, il periodo di queste essendo prossimamente uguale a uno dei periodi naturali del seno.

Le piogge nella regione ligure. — Per cura dell'ing. G. Anfossi è apparsa una pregevole monografia sulla pioggia nella regione ligure, contributo utilissimo, poichè vengono precisati i caratteri delle precipitazioni atmosferiche di una regione ricca di influenze orografiche. L'A., utilizzando le osservazioni raccolte in 58 località per un periodo superiore a 20 anni, in 57 località per un periodo superiore a 10 anni e in 143 località per un periodo inferiore a 10 anni, rappresenta in una nitida carta la distribuzione annua con isorete di 600, 1000, 1200, 1400, 1600, 2000 mm.

Le isorete presentano un andamento grossolanamente parallelo alla catena appenninica; e lungo l'asse della catena si estende una zona di massima piovosità; piovosità che è sempre assai considerevole perchè anche alla estremità occidentale, dove la precipitazione è minore, essa supera i 1200 mm. Man mano che si procede verso est, sempre lungo la catena, la precipitazione aumenta fino a raggiungere o oltrepassare i 2000 mm. in due zone abbastanza estese, situate la prima attorno ai gruppi del Monte Antola e del Monte Penna e la seconda attorno ai gruppi dell'Alpe di Succiso e dei M. Sillara. Tenuto conto dell'altitudine si nota come dapprima la precipitazione cresce lentamente a misura che si innalza e in seguito l'aumento è più intenso, finchè ad una certa altezza l'aumento diviene meno sentito e sembra che la quantità di precipitazione tenda a mantenersi costante.

A minuto esame vengono sottoposti i valori delle stagioni e per le lunghe serie di Parma, Modena e Genova viene discussa la periodicità dei fenomeni piovosi. Un dettagliato esame è rivolto alla frequenza delle precipitazioni. Numerose figure illustrano la bella monografia, ricca di molte notizie bibliografiche.

La pressione atmosferica nel clima della Francia. — Nel 1864 Renou pubblicò la carta della sola distribuzione annua della pressione nella Francia, e Hann nel suo pregevole lavoro sulla pressione nella regione media e sud dell'Europa considerò una parte della Francia; riesce pertanto molto utile la presente splendida e magistrale Memoria dovuta al prof. A. Angot. A tal'uopo l'A. esamina le osservazioni raccolte in 40 città francesi e in 80 città dei paesi vicini (dell'Italia considera le osservazioni rilevate a Milano, Torino, Moncalieri, Modena e Genova) e mediante opportuni metodi di confronto, tutte le osservazioni vengono riferite al medesimo periodo 1891-1900. Limitandoci a riferire la distribuzione annuale, notiamo come in gennaio la pressione media è caratterizzata dall'esistenza di due minimi nel NW e sul golfo di Genova, separati da una striscia di alte pressioni che rilega i 2 massimi quasi uguali situati sulla Spagna e sulla Svizzera. In febbraio si ha una distribuzione analoga a quella

di gennaio, ma con tendenza a eguagliarsi. In marzo la pressione è più bassa che in febbraio, ma la diminuzione è molto differente secondo le regioni; e così la forma delle isobare è molto modificata. La pressione è relativamente molto più elevata nel W e il massimo della Spagna si estende dal golfo di Guascogna fino al sud della Brettagna. In aprile la pressione continua a abbassarsi in rapporto al mese precedente e a causa dell'elevazione della temperatura, comincia a disegnarsi, sul centro della Spagna, il minimo relativo della pressione, caratteristico della stagione calda. In maggio la pressione è in aumento; il massimo copre tutto il golfo di Guascogna, dalle coste settentrionali della Spagna alla Brettagna, il minimo secondario si precisa sulla Spagna e il minimo principale appare sull'Alta Italia. Nel mese di giugno la pressione è più elevata sul golfo di Guascogna, più bassa sulla valle del Po, ove si trova il minimo principale. Nel mese di luglio il massimo del golfo di Guascogna si intensifica, permane il minimo sull'Alta Italia, mentre aumenta quello della Spagna. Le isobare sono dunque più serrate. Nel mese di agosto la pressione diminuisce assai rapidamente in tutto il nord; il massimo del golfo di Guascogna diminuisce in estensione e in importanza e lo stesso avviene del minimo dell'Alta Italia. In settembre il massimo del golfo di Guascogna si restringe, il minimo del centro della Spagna è poco visibile, mentre il minimo dell'Alta Italia si trasporta sul golfo di Genova.

In ottobre si hanno massimi barometrici sul centro della Spagna e sulla Svizzera, e il minimo molto distinto sul golfo di Genova. In novembre permane la medesima distribuzione barometrica, ma i massimi della Svizzera e della Spagna appaiono più distinti. In dicembre si ha distribuzione analoga a quella di gennaio. Nella carta della distribuzione annuale prevalgono i caratteri della stagione fredda, ossia massimi sulla Svizzera e sulla Spagna, pressione diminuente rapidamente verso il nord e il minimo molto distinto sul golfo di Genova. Questa predominanza proviene dal fatto che le differenze da una regione all'altra durante la stagione fredda sono più grandi che durante la stagione calda. L'A. considera inoltre la distribuzione mensile all'altitudine di 500^{m} e la carta annuale mostra come le isobare siano meno serrate che al livello del mare; il contrasto è sopratutto molto netto nel S-E, ove il minimo del golfo di Genova è molto meno marcato a 500 m. La carta di gennaio mostra come il massimo della Svizzera è notevolmente inferiore a quello della Spagna e le isobare, arrivando sul golfo di Guascogna, si riflettono molto meno verso il sud; a latitudine eguale, vi è dunque meno differenza tra il mare e l'interno dei continenti. Ciò è dovuto alla temperatura più elevata del mare che produce un aumento della pressione negli strati più elevati.

FILIPPO EREDIA.

Geodinamica.

Sul terremoto di Zante. — Il prof. G. Agamennone in una breve nota esamina i dati forniti dai sismografi di Mileto, Mineo, Rocca di Papa, Roma, Zagabria, Jugenheim in occasione del terremoto del 24 gennaio 1912, di cui fu data notizia nella precedente *Rivista*. L'A. da questi pochi dati conclude che la propagazione superficiale delle onde più veloci, costituenti l'inizio dei varii sismogrammi, si è fatta con la velocità di quasi km. 8,5 al secondo. È da notare che

l'Agamennone, esaminando i dati avutisi pel periodo sismico del 1893, trovò il valore di km. 3 1/3; discordanza che l'A. stesso attribuisce alla maggiore sensibilità degli attuali sismografi.

Magnetismo.

Osservazioni sui punti neutri di Arago e di Babinet. — Le distanze dei punti neutri di polarizzazione atmosferica dal Sole e dal punto antisolare subiscono, di tempo in tempo, delle variazioni, la cui interpretazione non è ancora sicura. Busch e Jensen, ai quali si devono molte interessanti ricerche su questo argomento, pensarono di organizzare delle osservazioni in diversi punti della Terra e a Catania vennero affidate al distinto prof. Giovanni Platania. Dalle misure eseguite dal marzo 1910 al febbraio 1911 il Platania deduce come le distanze dei punti neutri di Babinet e di Arago rispettivamente dal Sole e dall'antisolare furono molto piccole:

Altezza vera del Sole	Distanza del p. n. Babinet dal Sole	Distanza dal p. n. Arago dall'antisolare
5°.5	15°.1	20°.3
4.5	15.8	20.2
3.5	16.0	20.0
2.5	16.5	19.8
1.5	17.0	19.3
0.5	17.3	19.0
— 0.5	17.6	18.5
— 1.5	17.7	18.4
— 2.5	17.4	18.7
— 3.5	16.8	19.5
— 4.5	16.6	21.8
— 5.5	17.2	24.4

Si vede che il minimo valore medio per il punto neutro di Babinet e il massimo per il punto neutro di Arago corrispondono entrambi all'altezza del Sole di — 1°.5. Il Platania in questa pregevole monografia tratta poi di alcune particolarità del fenomeno in Catania; osserva che il fumo eruttivo dell'Etna non produsse influenze apprezzabili; dalle medie mensili eruttive riconosce che i valori massimi si ottennero in agosto e i minimi in gennaio. Riporta, infine, alcune osservazioni da lui eseguite a Nicolosi, che gli dànno occasione di fare alcune considerazioni sulla relazione fra la trasparenza atmosferica e la polarizzazione.

Istituti scientifici.

Osservatorio Aerologico di Vigna di Valle. — I Ministeri della Guerra, d'Agricoltura, Industria e Commercio e il R. Comitato talassografico italiano hanno proceduto ad una convenzione, così è l'intento, di dare una sistemazione definitiva alla stazione aerologica di Vigna di Valle, costruita dal battaglione specialista del Genio e arredata a spese del Ministero della Guerra e del Ministero di Agricoltura. La dotazione per il funzionamento della stazione aerologica di Vigna di Valle, da corrispondersi annualmente, viene fissata in lire 15,000 annue per il

Ministero della Guerra e lire 10,000 per il Ministero di Agricoltura, Industria e Commercio. Il R. Comitato talassografico contribuirà nelle spese di impianto con lire 25,000. La presente convenzione avrà vigore dal 1° luglio 1912. Tali fondi saranno amministrati da un Consiglio di Amministrazione formato dai 3 rappresentanti del Ministero della Guerra, dell'Agricoltura e del R. Comitato talassografico. Il Direttore della Stazione aerologica ne sarà il Segretario. Auguriamo che subentri ora un vero periodo di attività scientifica, poichè finora la Stazione nessun contributo ha reso noto. FILIPPO EREDIA.

Geografia.

Il Polo Sud. — Il lettore della *Rivista* vorrà rileggere quanto è detto nei numeri di marzo e novembre 1911 riguardo al Polo nord conquistato da Robert Edwin Peary il 6-7 aprile 1909. Dopo un brevissimo intervallo, Roald Amundsen giungeva al Polo *Sud*, e vi si aggirava nei giorni 14, 15 e 16 dicembre 1911.

Il Polo nord giace nella diaccia oceanica: il Polo sud in un altipiano elevato circa m. 2500. Grandi montagne fanno parte del continente antartico. La più alta riconosciuta da Amundsen è di m. 4700 circa. L'estensione del continente ci è ignota; certamente nella parte assalita da Scott e da Amundsen, la barriera di ghiaccio è a contatto colla terra al parallelo — 85°. L'uomo si avanzò verso il Polo sud, contando dai viaggi di Cook, nei tempi e col guadagno come appare dalla seguente tabelletta:

Esploratore	Epoca	Latitudine Sud estrema	Metodo
Giacomo Cook	1774	71° 15′	nave
J. Weddell	1823	74 15	nave
J. Clark Ross	1842	78 10	nave
Borchgrevink	1900	78 50	slitta
Scott	1902	82 17	slitta
Shackleton	1908	88 23	slitta
Amundsen	1911	90 0	slitta

Mill.

Conferenze di argomenti astronomici.

La ionizzazione dell'aria (1). — È difficile riassumere in una breve comunicazione una conferenza durata circa due ore e così densa di idee e di esperimenti. Il conferenziere esordisce spiegando la profonda modificazione che si è prodotta da qualche anno nelle idee dei fisici intorno alla natura dei fenomeni elettrici ed illustrando il progresso realizzato dagli studi teorici e sperimentali che concordemente sono venuti a provare la struttura atomica della elettricità, ossia l'esistenza degli elettroni. L'oratore spiega in qual modo l'ipotesi degli elettroni scaturisca naturalmente dai fenomeni elettrolitici, e come nel campo dell'ottica essa abbia trovato una inaspettata e brillante conferma per gli studi del Lorentz e le esperienze di verifica dello Zeemann. Passa quindi a mostrare

(1) Riassunto della conferenza fatta dal prof. O. Murani il 24 aprile 1910, nell'aula di fisica del R. Istituto tecnico superiore in Torino.

con belle esperienze i fenomeni dovuti ai raggi catodici che devono essere considerati come traiettorie di elettroni liberi da supporti materiali ed ai raggi di Röntgen che verosimilmente sono la manifestazione di onde eteree generate dall'urto dei detti elettroni contro gli ostacoli solidi che incontrano nella loro propagazione. Come poi negli elettroliti, gli elettroni sono congiunti agli atomi neutri per formare ioni liberi, e la corrente elettrica nel liquido consiste nel trasporto di elettroni effettuato dai ioni, così si ritiene oggi che altrettanto avvenga nei gas e cioè che quando un gas possiede un certo grado di conducibilità elettrica, ciò si debba alla presenza di ioni ed al loro moto sotto l'azione delle forze elettriche. La ionizzazione nei gas consiste nella separazione di un elettrone negativo da un atomo con che questo si trasforma in ione positivo; l'elettrone liberato, nei gas alla pressione ordinaria, può unirsi ad un atomo trasformandolo in ione negativo, nel qual modo si possono così formare ioni liberi di entrambe le specie. La separazione però dell'elettrone negativo dall'atomo, richiede evidentemente il consumo di una energia per vincerne la mutua attrazione, e tale energia può essere formata in vari modi; sono cause di ionizzazione i raggi ultravioletti di breve lunghezza d'onda come quelli emessi dalla scintilla elettrica, i raggi catodici, i raggi di Röntgen ed il riscaldamento sino all'incandescenza. Si ha pure una sorgente di ioni nei raggi emessi dalle sostanze radioattive quali l'uranio, il torio, l'attinio e sopratutto il radio: di tutto ciò il conferenziere ha dato numerose prove sperimentali. Egli poi ha parlato della diffusione dei ioni nell'aria, della loro velocità quando sono sollecitati da forze elettriche ed ha mostrato il metodo della dispersione elettrica per la misura della corrente di ionizzazione, augurando che negli Osservatori di meteorologia, insieme con le altre periodiche osservazioni sulla pressione, temperatura, stato igrometrico, ecc. venga fatta quotidianamente anche tale misura. Proprietà notevolissima dei ioni è di poter essere, come il pulviscolo, nuclei di condensazione del vapor acqueo ed il conferenziere lo ha provato in più modi producendo artificialmente la nebbia per mezzo dei ioni. Egli ha poi riferito i risultati delle esperienze finora eseguite, che si possono così riassumere: la dispersione elettrica ha un massimo nell'estate ed un minimo nell'inverno: aumenta coll'altitudine; è maggiore a cielo sereno, minore in tempo di nebbia o con l'aria poco limpida: nelle valli, nelle pianure, nelle piccole elevazioni le due elettricità si disperdono quasi ugualmente, ma sugli alti monti l'elettricità negativa si disperde più rapidamente della positiva.

Elster e Geitel hanno scoperto che l'aria delle grotte e dei pozzi è sempre fortemente ionizzata; e lo stesso succede dell'aria che si estrae dal suolo; l'aria atmosferica inoltre contiene certamente delle tracce di sostanze radioattive o delle loro emanazioni. Donde proviene e come si spiega la ionizzazione dell'aria? Varie sono le teorie proposte: Elster e Geitel hanno supposto dapprima che tale ionizzazione fosse prodotta dalle radiazioni ultravioletta del Sole nelle alte regioni dell'atmosfera, da dove poi i ioni si diffondono negli strati inferiori o vi arrivano per mezzo delle gocce di pioggia. Ebert invece, basandosi sul fatto che quasi tutte le parti costituenti la corteccia terrestre possiedono una certa radioattività, sebbene debole, attribuisce a questo fatto la ionizzazione dell'aria ed i fenomeni elettrici che si verificano nell'atmosfera. Ma perchè si possa giudicare tra le varie ipotesi con attendibilità e sicurezza sono necessarie ancora maggiori osservazioni ed una più completa cognizione dei fenomeni stessi.

La dotta conferenza riuscì oltremodo interessante anche per le numerose e ben condotte esperienze, senza le quali non troppo facile risulterebbe la comprensione di tal genere di fenomeni e l'illustre oratore, che alla profonda dottrina unisce il pregio della parola facile ed elegante fu calorosamente applaudito dall'uditorio.

Ritorno della Cometa di Halley (1). — Sono celebri i calcoli di Halley e di Clairaut che dalle apparizioni degli anni 1531, 1607, 1682 portarono alla predizione del ritorno della Cometa nel 1759; celebri sopratutto in quanto elevarono il sistema di Newton al più alto grado di evidenza e ad esso diedero la base inconcussa dei fatti.

Non meno degni di ammirazione sono i calcoli degli astronomi contemporanei, quelli sopratutto degli astronomi di Greenwich, P. H. Cowell e A. C. D. Crommelin, i quali predissero la posizione della cometa con una precisione tale, che essa il giorno di sua scoperta (12 settembre 1909) non distava dalla posizione calcolata che 5 minuti primi d'arco circa, qualche cosa come un sesto del diametro apparente lunare.

Il prof. Celoria presentò alcune diapositive rappresentanti e l'intera orbita della cometa e la parte di essa orbita percorsa dal gennaio al giugno 1910 e le apparenze prese successivamente della cometa, dal giorno di sua scoperta all'epoca attuale.

Egli si soffermò sopratutto alla posizione presa dalla cometa il giorno 20 aprile quando essa passò alla sua minima distanza dal Sole, novanta milioni di km., momento in cui essa subì le potenti energie del Sole, le irradiazioni sue luminose, termiche ed elettriche, momento in cui la massa sua si svolse, si sconvolse, si trasformò fantasticamente.

Trascorso il perielio, la cometa si andò via via avvicinando all'orbita terrestre e ancora oggi ad essa si avvicina, sicchè dietro i calcoli di Cowell e Crommelin, da altri confermati, raggiungerà il piano dell'orbita terrestre, lo attraverserà il 19 prossimo maggio verso le 3 del mattino, contate sul meridiano dell'Europa Centrale, che è il tempo fra noi in uso.

In tal giorno la cometa passerà tra il Sole e la Terra venendo i tre astri a trovarsi, per quanto i calcoli affermano, in linea retta. Le conseguenze di questo fatto sono due. Vista dalla Terra la cometa si proietterà sul disco del Sole e portata dal suo movimento lo attraverserà da ovest ad est impiegando nella traversata circa 1 ora. Avverrà cioè in quel giorno un passaggio della cometa sul disco del Sole, passaggio che sarà osservabile dall'Oceano Pacifico, dall'Asia e dall'Australia, regioni che avranno in quel momento giorno pieno.

All'Osservatorio, infatti, di fisica solare di Kodaikanal, presso Madras, nell'India inglese, il Direttore già si prepara a prendere numerose fotografie solari, di cui alcune colla luce ultra-violetta a mezzo dello spettroeliografo; alle isole Haway il fenomeno sarà osservato da una speciale spedizione foto-astronomica americana.

---

(1) Riassunto della comunicazione fatta alla Sezione Astronomica del Circolo Filologico Milanese, dal presidente prof. Celoria, l'1 e l'8 maggio 1910.

Pensano i più che durante il passaggio, data la struttura probabile delle comete, nulla si vedrà nè del nucleo, nè della cometa; ad ogni modo le osservazioni che durante il medesimo si potranno fare, le fotografie che se ne otterranno, molto potranno insegnare sulla densità del nucleo e sulla sua struttura probabile.

Un altro fatto, quello che da mesi occupa e preoccupa l'opinione pubblica potrà avvenire il giorno 19 maggio.

La cometa trovandosi tra il Sole e la Terra, ad una distanza dalla Terra di 23 milioni di km., la coda della cometa svolgendosi sempre dalla parte opposta al Sole, probabile diventa che in quel giorno la Terra attraversi la coda della cometa e in essa per qualche tempo resti immersa. Basterà perciò che la lunghezza della coda eguagli e sorpassi i 23 milioni di km. accennati, che la direzione sua sia esattamente nel raggio che va dal Sole alla cometa, giaccia nel piano della eclittica e non devii o sopra o sotto di esso piano.

Non si può dire con certezza che le singole condizioni si verificheranno, ma è probabile che sì; sicchè diventa naturale il domandare a se medesimi quali dal punto di vista meccanico possano essere le conseguenze di uno scontro della Terra colla coda della cometa, quali in seguito possano essere gli effetti della immersione della Terra nella coda della cometa.

Non è possibile riprodurre qui le considerazioni d'ordine diverso svolte dal prof. Celoria, le quali portano ad affermare come verità dimostrata che le comete hanno bensì dimensioni e volumi enormi, ma hanno masse minime, poichè la densità media delle comete è minore di quella dell'aria residua in un tubo nel quale siasi fatto il vuoto con una buona pompa ad aria. Fu detto, esagerando, che le comete sono un nulla che può diventare visibile, ma è rigoroso il dire che la massa delle comete è poco più che nulla, che nelle loro chiome e e nella loro coda la materia è infinitamente tenue.

In questo concetto della tenuità possibile della materia, l'astronomia precorse le altre scienze. Le ultime scoperte della fisica e della chimica sui corpi radioattivi rendono questo concetto della materia ridotta a tenuità infinita, più famiiare alle menti ed in tutto conforme alla realtà. Le code delle comete sono qualche cosa come la materia radiante di Crookes, nè v'è quindi a meravigliare se si afferma che lo scontro della Terra colla coda della cometa di Halley non può a meno di riuscire affatto innocuo. La Terra la attraverserà, come un potente proiettile attraverserebbe una lieve nebbia e Sir Ball, Direttore dell'Osservatorio di Cambridge, ebbe a scrivere: " Un rinoceronte nelle sue corse furiose non teme il suo urto contro una tela di ragno, e molto meno deve la Terra temere il suo scontro colla coda di una cometa ".

Restano, continuò il prof. Celoria, a considerare gli effetti dell'immersione della Terra nella coda.

Fu detto da alcuni che la spettroscopia dimostrando l'esistenza di gas incandescenti nelle comete, possano essi gas eccitare nell'atmosfera della Terra un incendio smisurato, incendio che verrebbe a confermare il detto biblico che la Terra sarà arsa con tutto quello che contiene. Certo è, aggiunse il prof. Celoria, che gas incandescenti esistono, specialmente quando la cometa si avvicina di molto al Sole. È il calor solare che eccita e fa diventare incandescenti detti gas e ciò è tanto vero che nessuna cometa presentò ricchezza di gas incandescenti

quanto la grande cometa del 1882, la quale più d'ogni altra si avvicinò alla superficie del Sole, fino a 483 mila km. da essa.

Dato e non concesso che questi gas incandescenti, esistenti nella cometa, durante il passaggio al perielio venissero sospinti nella coda a milioni di km. di distanza, certo è che si raffredderebbero nello espandersi prima di arrivare alla Terra.

D'altra parte che gas incandescenti esistano in tutta l'estensione della cometa nessuno può affermare. La luminosità della coda è probabilmente dovuta a fosforescenza generata dalla luce solare; l'ipotesi più probabile ne fa un fenomeno elettrico.

Resta a considerare, secondo il prof. Celoria, l'effetto d'una immersione della Terra nella coda della cometa sulla vita terrestre.

Si parlò di combinazioni probabili dell'ossigeno dell'atmosfera con l'idrogeno della coda e del conseguente soffocamento della umanità. Si parlò della combinazione degli idrocarburi della coda con l'azoto atmosferico, di una conseguente diminuzione probabile di quest'ultimo e di inevitabili conseguenze sul sistema nervoso umano. Si parlò di combinazione dell'ossigeno atmosferico col carbonio delle comete e di intossicamento dovuto ad ossido di carbonio; terribili divennero le predizioni quando si seppe che nella cometa di Halley scoperta erasi l'esistenza del cianogeno, composto velenoso e uno dei costituenti essenziali dell'acido prussico.

Per fortuna tutte queste spaventose ipotesi cadono di fronte a due fatti ben certi.

Già dissi, prosegue il Celoria, della grande tenuità della materia nelle code delle comete: sono centomilionesime parti della cometa che nella peggiore delle ipotesi possono entrare nell'atmosfera terrestre, e poichè la massa delle comete è minore di quella della nostra atmosfera, sono minime e inattive le dosi che dalla cometa possono essere iniettate nella nostra atmosfera.

Ma contro un altro fatto ben più importante si infrangono le ipotesi immaginate.

Le code delle comete non sono formate di gas eiettato dalla cometa sotto l'azione repulsiva del Sole. La coda delle comete essendo sostanzialmente in direzione contraria al Sole, la sua estremità dovrebbe in tal caso muoversi molto più velocemente che il nucleo per mantenere la propria posizione. È impossibile che materiali disgregati fra di loro, di milioni di km. più lontani dal Sole che il nucleo, assumano una velocità orbitale più grande che non quella del nucleo dal quale emanano.

La verità è che la coda non è composta di materie ponderabili sensibili; è un nulla che diventa visibile, perchè attraversato da correnti elettriche, così come diventano visibili i raggi catodici in un tubo vuoto.

Ad esaurire l'argomento della cometa di Halley e a non più tornare in prossime conversazioni sopra di esso, perchè è bene che una certa misura, pur parlando di comete, si mantenga, il prof. Celoria aggiunge che la cometa di Halley potrà, dopo il 20 del corrente maggio essere vista ad occidente e dopo il tramonto del Sole, sarà per alcuni un astro magnifico, pur non raggiungendo le dimensioni e lo splendore di altre fra le grandi comete osservate. Andrà in seguito rapidamente allontanandosi sì dal Sole che dalla Terra, sì che verso la

metà di giugno, non sarà più visibile ad occhio nudo; verso la fine di giugno diverrà un oggetto difficilissimo per binoccoli; alla fine di luglio sarà visibile forse soltanto per i più potenti cannocchiali della Terra; si sprofonderà negli abissi dello spazio universo e la più gran parte di noi più non la rivedranno.

Altri astronomi l'osserveranno, altre generazioni la contempleranno, poichè l'uomo finisce, ma l'umanità non tramonta mai.

Congressi.

4° Congresso dell'Unione Internazionale per le ricerche solari. (1) *(Continua).*

Rotazione solare. — Nella terza adunanza, di venerdì mattina, il segretario della Commissione per la determinazione della rotazione solare per mezzo dello spostamento delle righe spettrali, signor Adams, presenta il suo rapporto. La Commissione raccomanda che si impieghi per questo studio un maggior numero di righe, tanto appartenenti ad un medesimo elemento, quanto appartenenti ad elementi diversi. Sono state assegnate diverse parti dello spettro ai varii osservatori, e si raccomanda che una stessa porzione dello spettro sia osservata in comune da tutti quelli che prendono parte al lavoro.

Il signor Abbot propone che le righe degli elementi pesanti, le quali scompaiono all'orlo del sole, sieno studiate alla minima distanza possibile dall'orlo stesso.

Il signor Deslandres propone che si facciano pure fotografie spettrali dell'intero disco solare in sezioni di piccola larghezza, 1 a 2 mm., con in mezzo una riga, p. e. K., onde dalle deviazioni della riga dedurre la velocità del vapore o gaz che la produce, nelle diverse parti del disco, generalizzando così lo studio dei movimenti dei materiali costituenti il Sole, in ogni sua parte: questo metodo, applicato mediante il suo *spettrografo delle velocità*, ha dato a lui ed al signor Perrot risultati molto soddisfacenti: perciò egli lo raccomanda.

Lavoro collo spettreliografo. — Il rapporto della Commissione per il lavoro collo spettreliografo viene presentato dal prof. E. B. Frost, direttore dell'Osservatorio Yerkes, e contiene le relazioni delle stazioni effettivamente partecipanti, cioè degli Osservatorii di Monte Wilson, Yerkes, Meudon, Londra, Tortosa, Kodaikanal, Catania.

Il prof. Riccò riferisce che nell'Osservatorio di Catania, dal luglio 1908, la fotosfera è stata fotografata in 418 giorni e la cromosfera in 366, eseguendo ordinariamente tre fotografie della fotosfera e tre della cromosfera. Però egli fa osservare che pure nel bel cielo della Sicilia le osservazioni sono scarse nella cattiva stagione, e che quindi è molto desiderabile la fondazione di un Osservatorio solare nell'emisfero australe, come ripetutamente ha proposto l'Unione. Il P. Cirera parla del lavoro dell'Osservatorio di Tortosa, e del metodo da lui adottato per classificare i flocculi e farne la statistica.

Le risoluzioni proposte dalla Commissione ed accettate dal Congresso sono le seguenti:

---

(1) Estratto dalle « Memorie della Società degli Spettroscopisti Italiani », vol. XL, pag. 175 (ottobre 1911), col consenso dell'Autore.

1) Continuare la fotografia quotidiana dei flocculi di calcio (righe H o K).

2) Che si provveda per la misura delle fotografie.

3) Che si tratti col Governo giapponese per l'istituzione di un Osservatorio solare (1).

4) Che si aggiungano gli Osservatori di Tacubaya (Messico), e di Madrid (Spagna) alla lista dei partecipanti al lavoro collo spettreliografo;

5) La Commissione raccomanda l'uso di spettreliografi a grande dispersione.

6) Che il fondo destinato in Italia per un monumento a Secchi sia impiegato nella costruzione di una Torre-Telescopio (con spettreliografo).

Estensione dell'attività dell' Unione. — Nella seduta del pomeriggio viene posta la questione se convenga che l'Unione estenda la sua attività a tutta l'astrofisica: la proposta viene approvata dal Congresso.

Si passa quindi alla nomina di una Commissione per considerare e riferire sulla questione delle classificazione degli spettri stellari.

Il prof. Pickering dichiara che la classificazione dei tipi degli spettri stellari adottata all'Osservatorio Harvard, in origine era alfabetica: poi si riconobbe la opportunità di lasciare alcune lettere e cambiarne l'ordine: ora è ridotta a sei tipi designati con B, A, F, G, K, M, che forse esprimono un certo ordine nella evoluzione delle stelle. Non sarebbe affatto desiderabile di introdurre un nuovo sistema, finchè non conosciamo con sicurezza il vero ordine della evoluzione delle stelle, quale è indicato dal loro spettro.

Il prof. Schuster dichiara che non si intende che questa Commissione eserciti una azione prematura: non deve presentare in una prossima adunanza uno schema di classificazione, ma semplicemente raccogliere e presentare le diverse opinioni.

Sede del prossimo Congresso. — Essendo ormai vicina la fine del Congresso si viene a parlare della sede della prossima Conferenza. Sono presentati degli inviti per Bonn da Kaiser e Küstner, per Barcellona da Cirera, per Roma da A. Riccò, il quale fa notare che l'Italia ha una lunga tradizione di studi solari, cominciata con Galileo, continuata da Secchi, Respighi, Tacchini, ecc.; inoltre ha la Società degli Spettroscopisti che da 40 anni si occupa in modo speciale di studi solari e che sarebbe lietissima di adoperarsi per il buon esito del Congresso. Siccome però il prof. Kaiser presenta un invito formale del suo Governo, e vi sono state già in proposito delle trattative colla Presidenza, il Presidente Schuster domanda se tuttavia Cirera e Riccò intendono di insistere nelle loro proposte. Il Cirera dichiara che non pretende preporre Barcellona a Bonn e Roma; Riccò dice che per ora rinunzia alla sua proposta, ma prega se ne tenga conto per un'altra volta.

Quindi si decide che il Congresso dell'Unione sarà tenuto in Bonn nell'estate del 1913, in data da stabilirsi.

---

(1) Allo scopo di diminuire il grande vuoto che vi è fra l'Osservatorio di Monte Wilson in California e l'Osservatorio di Kodaikanal in India nella serie di Osservatori solari intorno alla terra, per poter sorvegliare ed osservare continuamente il Sole nelle 24 ore.

Studî del prof. Deslandres — Il signor Deslandres fa l'esposizione dei metodi di osservazione da lui adottati all'Osservatorio di Meudon con spettreliografi di varie dimensioni e dispersioni e collo *spettrografo delle velocità*, indicando gli importanti risultati da lui ottenuti ed illustrandoli con numerose e belle fotografie. Egli insiste spe ialmente sui nuovi fatti che gli hanno rivelato le fotografie eseguite colla riga K3, ossia colla parte centrale della riga del calcio, che è prodotta dai vapori più alti: in esse fotografie si osservano i singolari *filamenti* di cui si è parlato nel Vol. XXXVIII 1909, pag. 35, i quali costituiscono un nuovo fenomeno solare interessantissimo e degno di accuratissimo studio.

Conferenze serali. — Oltre l'importante conferenza tenuta dal dott. Abbot, di cui si è fatto cenno trattando della radiazione solare, c'è n'è stata un'altra interessantissima del prof. J. C. Kapteyn sul moto proprio sistematico delle stelle del tipo Orione.

Chiusura del Congresso. — Il Congresso si chiude con augurii e ringraziamenti ai Presidenti, ai Segretari ed al personale di Monte Wilson che tanto si è adoprato di giorno e di notte con instancabile attività e cortesia, per rendere agli intervenuti più utile e gradevole la riunione, il viaggio ed il soggiorno a Monte Wilson.

Infatti il pomeriggio e la notte dei giorni di Congresso erano generalmente impiegati nell'esaminare e veder funzi.nare gli strumenti dell'Osservatorio di M. Wilson; così di giorno abbiamo visto la grande immagine focale del Sole col diametro di 45 cm.. proiettata su di un cartone bianco nella Torre-telescopio maggiore, mantenuta immobile dall'eliostata posto alla sommità a 50 metri di altezza. Abbiamo visto come nella Torre-telescopio minore l'immagine solare si fa passare dallo spettreliografo allo spettrografo (sistema Littrow), posti l'uno accanto all'altro, spostando l'eliostata, e come vi si producono piccoli movimenti rispetto alla fessura mediante un sistema di tre specchi che si muovono, tutti d'un pezzo, di soltanto metà del movimento che si ottiene nella immagine tre volte riflessa.

Il prof. Ellermann ci ha fatto vedere e ci ha spiegato minutamente il funzionamento del telescopio orizzontale *Snow* e dello annesso grande spettreliografo con cui si ottengono splendide fotografie della fotosfera, della cromosfera e delle protuberanze.

Nella notte fino all'alba il prof. Ritchey stava al telescopio di $1^{m}.50$ d'apertura per farci vedere le meravigliose immagini che dà questo colossale e perfettissimo strumento da lui ideato e costruito, e col quale egli ha fatto tante importanti osservazioni e scoperte. Così abbiamo visto Saturno ed i suoi anelli, dove però la divisione di Encke si riconosceva appena; notevole invece era l'anello interno trasparente, attraverso al quale si vedeva il globo del pianeta, mentre sopra di esso anello se ne proiettava l'ombra; si è notata la tinta azzurra al polo e la zona gialla all'equatore. Si sono osservate le splendide immagini della nebulosa di Orione e della Lira, in cui si distingueva la stella centrale e la vera nebulosità dell'anello; l'ammasso stellare d'Ercole, stelle doppie, ecc. Le immagini erano perfettissime, però le stelle lucide presentavano 8 raggi, certamente prodotti dagli appoggi dello specchio, lieve inconveniente questo, inevitabile nei grandi specchi.

Nello stesso tempo si è potuto ammirare la facilità con cui per mezzo di motori elettrici, la cupola e lo strumento, malgrado l'enorme peso, vengono mossi e diretti a volontà dell'osservatore. La cupola che copre il telescopio ha un rivestimento esterno di tela bianca staccato per riparo al calore del Sole. Abbiamo pure visitata la stazione della *Smithsonian Institution* per lo studio della radiazione solare, posta a Monte Wilson su di un alto scoglio isolato ed a picco a fine di render insensibile la radiazione del suolo: è fornita di pireliometri e spettrobolometri, e funziona sotto la direzione del prof. Abbot, che gentilmente ci ha mostrato e spiegato gli strumenti, il loro uso ed i risultati importantissimi ottenuti.

Non posso far a meno di ricordare anche i convegni notturni al *Monastero*, ove s'incontravano spesso i congressisti, cortesissimamente accolti dagli astronomi americani ed intrattenuti in amichevoli ed interessanti conversari poliglotti e ricorderò pure il sorprendente effetto, nell'oscurità notturna, delle città di Pasadena e di Los Angelos, sfarzosamente illuminate a luce elettrica: viste dall'alto di Monte Wilson, sembrano splendide costellazioni *terrestri!*

La mattina del 3 settembre si scende a Pasadena, parte in carrozza, parte a cavallo, parte a piedi, come ha fatto lo scrivente, impiegando men di tre ore dall'Osservatorio al tramway della Sierra Madre, che porta in città in pochi minuti. La passeggiata non è faticosa ed è molto amena e svariata per i tanti bellissimi e pittoreschi punti di vista: fra i monti in massima parte coperti da verdeggianti foreste: soltanto alcuni tratti del *old trail* sono un po' pericolosi, perchè il sentiero è tagliato nel fianco dei monti che in alcuni luoghi sono formati da rocce o terreno poco coerente ed è in parte sostituito da sterpi e dalle loro radici. Nell'ultima parte della via si presenta la pianura lussureggiante, coperta di giardini e ville, ove giace Pasadena, ed in fondo il Pacifico: il che è di un effetto bellissimo.

Per amore di verità debbo dire che quantunque io abbia notato che il cielo a Monte Wilson era più blu e l'aria più trasparente che a Pasadena, pure nemmeno su quel monte in quei giorni si è avuta l'aria ed il cielo così belli come nella Sicilia e tanto meno come frequentemente si ha all'Osservatorio Etneo; ma debbo anche aggiungere che si diceva che allora l'atmosfera in California non era limpida, in causa degli incendii delle foreste, di cui infatti noi vedemmo parecchi.

Alla sera dell'ultimo giorno del Congresso vi è stato all'Hôtel Maryland uno splendido banchetto di 100 coperti, offerto dal signore e signora Hale ai congressisti ed alle notabilità del Paese: era stabilito che non vi sarebbero stati brindisi per riguardo allo stato della salute del prof. Hale, alquanto scossa dalle fatiche per le recenti sue laboriose indagini solari e per la preparazione del Congresso; però prima di lasciare le mense il prof. Kaiser si leva a fare augurii per la salute del prof. Hale in una forma molto briosa: dicendo che i giornali di California informano che sono venuti dall'Est settantacinque *Saggi*, e che egli è sicuro, se i voti dei saggi valgono qualche cosa, che la salute del professore Hale tornerà ben pr sto perfetta. E tutti si alzano facendo calorosamente lo stesso augurio.

Il prof. Hale risponde con un breve ed efficace discorso in cui, dopo aver ringraziato i presenti, venuti da lontane regioni a partecipare al Congresso della

Unione internazionale per gli Studii solari, espone l'origine e gli scopi di questa istituzione come egli l'ha ideata e ciò che ha fatto ed ottenuto per essa, ed ha accennato anche ai suoi viaggi compiuti all'estero per lo stesso intento e ricorda anche quello fatto all'Osservatorio etneo e le esperienze ivi eseguite insieme allo scrivente. Egli poi fa notare come la fraternità nella scienza stabilisca un forte vincolo fra Nazioni diverse, il quale deve essere di incoraggiamento e stimolo a continuare gli sforzi di coloro che si adoprano per la pace universale.

Il giorno 4 settembre, essendo festivo, si utilizza per visitare la graziosa città di Pasadena e nel pomeriggio siamo condotti dalla Presidenza della Camera di Commercio a fare il giro in automobile degli amenissimi dintorni, ove ad ogni passo si incontrano splendidi villini e giardini con una lussureggiante vegetazione tropicale.

Alle 6 $^1/_2$ p. si parte in tramway per Los Angelos che troviamo in festa e luminarie; alle 8 p. si riparte in ferrovia per San Josè, ove si arriva al mattino seguente ad ore 8,20; si riparte per l'Osservatorio Lick in un automobile, nel quale prendono posto i professori Dyson, Fabry, Frost, Hepperger, Wolfer ed io. Si va con grandissima velocità per una buona strada che serpeggia fra cime e burroni; ma il *motorman* manovra con altrettanta abilità che audacia, e ben presto si dilegua in noi la preoccupazione che producono le numerose e rapidissime risvolte che sembra ci debbano lanciare nel vuoto. Alle 11 $^1/_2$ siamo all'Osservatorio.

Vi troviamo i prof. Backlund, Belopolsky, Chrétien, Struve e signora, i quali poi scendono collo stesso automobile col quale noi siamo venuti. Siamo ricevuti festosamente dal Direttore Campbell e dagli astronomi. Il prof. Wolfer ed io veniamo ospitati nella stessa bella casa del Direttore; e poscia cominciamo subito l'esame delle splendide fotografie fatte dal prof. Barnard ed altri e che sono bellamente esposte nella galleria del magnifico edifizio principale dell'Osservatorio; vi sono pure delle interessantissime fotografie fatte dalle missioni inviate dall'Osservatorio per la osservazione di eclissi solari totali. Fra queste attira la mia attenzione una dell'eclisse del 1908 osservato in India, nella quale un gruppo di due protuberanze è contornato da archi concentrici coronali, come io vidi col cannocchiale nell'eclisse del 1905 in Spagna; notai pure che in una fotografia dello stesso eclisse, fatta colla *prismatic camera*, le immagini maggiori e più complete delle protuberanze son quelle sulle righe *H* e *K* del calcio, mancandone parte nelle altre righe, precisamente come ottenni io pure nel 1905. Ammiriamo poi stupende fotografie delle comete Morehouse ed Halley e dei loro spettri, una grande collezione di finissimi spettri di stelle e molte altre bellissime cose.

Si passa quindi alla visita degli strumenti cominciando dal grande, perfetto e celebre refrattore di 90 cm. di apertura dell'obbiettivo visuale e 75 cm. della lente correttrice per renderlo, volendo, anche fotografico; ci viene mostrato dal Direttore Campbell medesimo.

Non è il caso di darne la descrizione; dirò soltanto di un metodo pratico di impedire gli effetti dello squilibrio dell'immenso cannocchiale, mentre si cambiano gli strumenti (spettroscopi, spettrografi ecc.) applicati alla estremità oculare: a questa è attaccato con catena un conveniente contrappeso che posa sul pavimento e trattiene il cannocchiale quando viene alleggerito.

Nell'Osservatorio Lick vi è poi un grande telescopio a riflessione, il cui specchio ha pure l'apertura di 90 cm. e la lunghezza focale è aumentata, quando si vuole, applicando, invece dell'ordinario specchietto oculare piano, uno specchietto convesso. Questo strumento fu costruito dal compianto dott. A. A. Common.

Visitiamo pure il refrattore minore (30 cm. apertura), condotto dal signor Metcalf che vi fa osservazioni di stelle doppie, e trovo che anche questo strumento è ottimo; ha il regolatore del moto orario ad attrito, che funziona perfettamente; è da notare pure che la trasmissione del moto in ascensione retta è fatta per attrito.

Vi sono poi altri cannocchiali minori, un cerchio meridiano, uno strumento dei passaggi, cercatori di comete, spettroscopii, spettrografi, ecc.

L'Osservatorio Lick è formato da un magnifico fabbricato in muratura terminato alle estremità colla grande e colla grandissima cupola dei due refrattori; naturalmente esso è posto alla sommità del monte Hamilton, ed attorno ad esso ed in basso sono gli altri edifizi per gli strumenti meridiani, per la fotografia, per gli alloggi degli astronomi, per la officina, per i motori a gazolina, per le pompe, ecc. La circolazione fra i diversi locali posti a diverse altezze certamente non è facile d'inverno, quando la cima è coperta di neve, e neppure d'estate è comodissima; si aggiunge un particolare curioso: attorno a questo Osservatorio (come a quello di Monte Wilson) vi sono serpenti *a sonagli*; ed anzi, siccome noi esprimemmo la nostra meraviglia per questo, il figlio del Direttore Campbell andò a prendere e ci fece vedere la bella pelle di uno di questi rettili, preso nelle vicinanze dell'Osservatorio.

Quest'Osservatorio è destinato pure, insieme a quello dell'Università californiana di Berkeley, alla istruzione degli studenti e specialmente di quelli che intendono dedicarsi all'Astronomia.

Il pubblico è ammesso ad osservare il cielo col grande telescopio ogni sabato dalle 7 alle 10 p., e malgrado la distanza dalla città, vi è sempre una lunga fila di visitatori che aspettano pazientemente il loro turno.

Come è noto, questo Osservatorio fu fondato colla spesa di 700,000 dollari (cioè di più che 3 $^{1}/_{2}$ milioni di franchi) dal miliardario illuminato I. Lick, il quale volle esser sepolto sotto il pilastro del grande refrattore, piramide più utile, se non più grandiosa, di quella dei Faraoni.

Alla sera si fanno alcune osservazioni col grande refrattore: le immagini delle stelle non sono punti e presentano parecchi raggi regolari. Insomma le immagini non sono di straordinaria bellezza; come si disse, vi è incendio nella foresta, e si sa che i grandi cannocchiali sono molto esigenti per la qualità dell'aria. Infatti di giorno si osserva una nebbia bassa ed un mare di nubi in distanza sotto M. Hamilton; il cielo è di un blu bellissimo, ma chiaro. Si vede l'isola S. Lucia nel Pacifico lontano 90 miglia, cioè 145 chilometri.

Alle 11^{h} del 6 settembre, fatti i ben dovuti ringraziamenti per la cortesissima ospitalità, partiamo coll'automobile che ha portato altri visitatori: inutile dire che si scende con velocità vertiginosa, alla quale siamo già abituati; ad $1^{h} 50^{m}$ p. siamo di nuovo a S. Josè; quindi si riparte in ferrovia per S. Francisco, passando per Polo Alto, ove è la Università fondàta da Mr. e M.rs Leland Stanford in memoria del loro unico figlio, con una donazione di 30 milioni di dollari, più

di 150 milioni di lire! Ma noi non possiamo fermarci per visitarla. Arriviamo alla capitale della California alle 4,20 p.; troviamo la città in grandissima festa per la celebrazione del cinquantenario della annessione della California agli Stati Uniti.

Insieme al prof. Frost, che gentilmente si è offerto per accompagnarci fino all'Osservatorio Yerkes, che egli dirige con tanta competenza, prendiamo alloggio nel grandioso Hôtel St. Francis, all'11° piano, e sopra di noi ve ne sono altri!

Università di Berkeley. — Alle 5 p. partiamo in Ferry boat per Oakland e poi in tramway elettrico per l'Università di Berkeley, lontana 20 km. da San Francisco. L'Università è posta su di una collina ornata di magnifici alberi; è costituita da parecchi grandi e belli edifizii staccati ed è frequentata da 3/4 degli studenti, di cui 1/3 donne: gli istituti di Medicina, il Politecnico ecc. sono a S. Francisco. Siamo arrivati di sera, ma pure ancora si lavora e si studia negli istituti e nella biblioteca, specialmente, ove gli studenti hanno tutta la libertà di prendere e riporre libri, senza l'intervento di impiegati.

Ci occupiamo specialmente dell'Osservatorio degli studenti, condotti dal Direttore prof A. O. Leuschner; l'Osservatorio è equipaggiato modestamente, in confronto ai grandi Osservatorii degli Stati Uniti, ma in modo veramente conforme allo scopo, che è l'istruzione e la preparazione dei giovani astronomi; vi è un refrattore di 15 cm., con micrometro, spettroscopio, ecc., uno strumento combinato zenitale e dei passaggi, sestanti, cronografo, ed altri strumenti accessorii. Gli studenti, in numero di 80, si occupano di teoria, calcoli ed osservazioni di Astronomia e Geodesia ed anche di fotografia astronomica, ed i molti esercizii, che fanno sotto la guida del professore, sono poi da lui rigorosamente controllati. Tutta la organizzazione di questa scuola d'Astronomia e Geodesia fa l'impressione di essere perfettamente ordinata, disciplinata ed efficace.

Abbiamo visitato anche il *Teatro Greco*, costruito nel 1900, ad imitazione di quello di Epidauro, e che è capace di 12000 spettatori: vi si tengono riunioni, concerti, esercizii ginnici, ecc.; è certamente una costruzione grandiosa e costosa, ma noi italiani, che abbiamo l'occhio abituato a veri ed imponenti monumenti greco romani, non possiamo restare soddisfatti di queste imitazioni, pur ammirandone lo scopo educativo ed istruttivo.

Siamo poi condotti nel locale o club della Facoltà di scienze, singolare, elegante e pittoresca costruzione in legname tra grandi e folti alberi, nella quale ci viene offerta una lauta cena con eccellenti vini della California, terminata con splendide frutta del paese, e servita da cinesi.

Al Monte Tamalpais. — Il 7 settembre siamo invitati dalla Società astronomica del Pacifico ad una escursione al Monte Tamalpais a 35 km. a NNW di S. Francisco. Si parte dalla estremità della splendida via diagonale Market-street alla stazione degli *Union Ferry*, ove ci incontriamo coi soci del detto Sodalizio; si va per il magnifico canale, la *Porta d'oro* di S. Francisco, e si sbarca a Sausalito, luogo di delizia, ove si prende posto nei carri elettrici del *NW Pacific*, che ci conducono a Mill Valley, altro luogo incantevole, ove comincia la singolare *Mount Tamalpais scenic Rail Road*, che ha la particolarità di essere la ferrovia col maggior numero di risvolte che sia al mondo, e che perciò è chiamata pure la *crookedest Rail Road of the World;* infatti le curve sono 281 in 13 km: e ciò perchè la ferrovia sale serpeggiando quasi alla cima del

monte alto 860 m. con pendenze non superiori al 7 %. Vi è una strana e potentissima locomotiva a petrolio con due batterie laterali di cilindri verticali, che fanno rotare un asse orizzontale, il quale trasmette il movimento alle ruote motrici: il detto asse è articolato alla Cardano per poter seguire le forti curvature della via.

Inutile dire che si va con una grande velocità, anche in risvolte molto brusche, spesso sopra ponti di legname rozzo, tutt'altro che nuovo e la cui resistenza a me pare molto problematica; ma la bellezza della scena, sempre varia fra cime e burroni e magnifiche foreste, fa ben presto dimenticare il pericolo forse immaginario per i novizii.

Arriviamo alla *Tavern of Tamalpais*, uno splendido restaurant in legname, posto sotto la cima, alla quale poi saliamo per vedere il meraviglioso panorama della *Porta d'oro*, di S. Francisco e delle altre città vicine, e rivediamo con piacere anche la Sierra Nevada e Monte Hamilton, ove sono gli Osservatorii da noi visitati. Certamente la scena è bellissima, ma io debbo ripetere che i nostri paesaggi dell'Italia meridionale sono superiori per intensità e vaghezza di tinte in cielo, in terra, in mare.

Infatti il Pacifico nel porto di S. Francisco è giallo-verde, verde-blu chiaro alla punta nord della *Porta d'oro;* di qua sopra lo si vede blu poco saturo, molto meno del blu del Tirreno. Invece un serbatoio d'acqua dolce, visto dall'alto di Monte Tamalpais presenta un blu perfetto, bellissimo.

Scendiamo poi al restaurant, ove i nostri cortesissimi ospiti ci offrono un pranzo squisito. Quindi partiamo col *Gravity car*, cioè senza motore e coi soli freni; inutile dire che si scende con una velocità vertiginosa, che gli americani trovano *very exhilarating*, ed infatti ridono allegramente, e noi finiamo per fare altrettanto, come se fossimo sulle *montagne russe*. Facciamo poi una deviazione ed entriamo e traversiamo a piedi la magnifica foresta vergine, detta *Muir Woods*, formata specialmente da secolari e gigantesche sequoie, di cui alcune arrivano quasi a 100 m. di altezza; in uno di questi alberi, scavato alla base, siamo entrati in numero di 23 persone!

Durante questa indimenticabile escursione i membri della Società astronomica ci hanno colmati di cortesie. Io poi ho avuto il piacere di godere quasi continuamente della cara compagnia e delle gentilezze del sig. Josè Costa, spagnuolo, da molto tempo stabilito a S. Francisco, che si compiaceva ad esternarmi nella sua bella lingua nativa, e direi quasi con calore meridionale, la simpatia fra le razze latine.

(Continua). A. Riccò.

Appunti bibliografici.

Atlante Astronomico del prof G. Naccari. — È stata pubblicata in questi giorni dalla Casa del Dr. Francesco Vallardi la seconda edizione dell'Atlante Astronomico del prof. G. Naccari, riveduta ed ampliata. Questa edizione contiene sei capitoli di testo, che studiano il Sole, la Luna, la Terra, il sistema solare, le comete e le meteore cosmiche, l'universo stellare ed uno che descrive gli strumenti astronomici e i principali Osservatori d'Italia e dell'estero. Il testo è illustrato da 40 tavole, dieci di più di quelle della prima edizione. Sono state aggiunte alcune carte particolareggiate del cielo, le quali colla guida del testo

mettono lo studioso in grado di poter conoscere le costellazioni e le principali stelle, che in esse si trovano. Così pure sono del tutto nuove le tavole della Luna, che furono eseguite su fotografie prese all'Osservatorio di Parigi e che servono benissimo per identificare le accidentalità del nostro satellite. Anche le tavole degli strumenti sono state modificate e in esse si trova tutto ciò che di moderno si è costruito nel campo astronomico. L'esecuzione delle tavole è riuscita degna della Casa editrice e la loro scelta mostra l'abilità dell'autore. Anche il testo è stato dal prof. Naccari ampliato e modificato, tenendo conto delle scoperte e dei progressi, che hanno fatto gli astronomi in questi ultimi anni. La chiarezza e la forma popolare dell'esposizione sono doti inerenti al libro, il quale sarà apprezzato dagli studiosi di astronomia.

Pubblicazioni ricevute.

Calendario astronomico per l'anno bisestile 1912 - Tripoli. (Istituto geografico militare, Firenze, 1911).

Cap. G. A. Crocco: Sulla teoria analitica delle eliche e su alcuni metodi sperimentali. (" Rendiconti degli studi ed esperienze eseguite nel laboratorio di costruzioni aeronautiche del battaglione specialisti ", anno I, n. 1; Roma, 1911).

Astronomische Beobachtungen an der K. K. Sternwarte zu Prag in den Jahren 1905-1909. (Prag, 1912).

T. Alippi: Di una relazione tra l'inizio delle variazioni cicloniche ed anticicloniche sulla curva barometrica e le ore della giornata. Nuovo contributo. (Estratto dal " Bollettino della Società Meteorologica Italiana ", serie III, vol. XXX, n. 11-12; Torino, 1911).

Annuario Italiano, Astronomico, Scientifico e delle Colonie, diretto dal Capitano Isidoro Baroni (Geurànico). Anno I, 1912 (Torino, 1912).

G. Agamennone: Sulla velocità di propagazione del terremoto laziale del 10 aprile 1911. (Estratto dai " Rendiconti della R. Accademia dei Lincei ", volume XXI, serie 5ª, 1° sem., fasc. 3°; Roma, 1912).

Tables des quantités besséliennes pour les années 1911-1913 calculées pour 0ʰ temps sidéral de Poulkovo (St.-Pétersburg, 1911).

G. Agamennone: Sul violento terremoto a Zante nel pomeriggio del 24 gennaio 1912. (Estratto dal vol. XXI, serie 5ª, 1° sem., fasc. 4° dei " Rendiconti della R. Accademia dei Lincei ", Roma, 1912).

Fenomeni astronomici nei mesi di maggio e giugno.

(Le ore indicate sono espresse in T. M. C. dell'E. C.).

Il *Sole* entrerà nel segno *Gemelli* il 21 maggio a $11^h\ 57^m$ e nel segno *Cancro* il 21 giugno a $20^h\ 16^m\ 51^s$ (*solstizio d'estate*).

Fasi della *Luna:*

1912 maggio	1	Luna piena	$11^h\ 19^m$				
	9	Ultimo quarto	10 56	giugno	8	Ultimo quarto	$3^m\ 36^h$
	16	Luna nuova	23 14		15	Luna nuova	7 24
	23	Primo quarto	15 11		21	Primo quarto	21 39
	31	Luna piena	0 30		29	Luna piena	14 34
	7	Apogea	21		4	Apogea	14
	19	Perigea	18		16	Perigea	18

Mercurio si renderà visibile ad occhio nudo nella seconda decade di maggio, la mattina ad est, prima del sorgere del Sole, raggiungendo la massima elongazione (25° 51′ W) mattutina il 13 a ore 9 (diam. equat. appar. 8″). Osservarlo in prossimità della luna il 14 all'alba (la congiunzione avviene a $2^h 20^m$). Passerà in congiunzione superiore col Sole il 17 giugno a 13^h.

Venere sarà osservabile, nei primi giorni di maggio, al mattino verso levante.

Marte, nelle costellazioni *Gemelli* e *Cancro*, sarà osservabile alla sera verso Sud (diam. equat. appar. da 5″ a 4″). La sera del 4 apparirà poco discosto dalla stella η Cancro ed al Nord di essa.

Giove, nella costellazione *Scorpione*, sarà visibile durante tutta la notte (diametro equatoriale apparente da 44″ a 45″). Passerà in opposizione al Sole il 1° giugno a 11^h.

Col cannocchiale si possono osservare le *eclissi* dei quattro satelliti galileiani.

Le seguenti fasi avvengono in ore per noi propizie:

maggio	4. —	Principio dell'eclisse del	1°	satellite a	$0^h 53^m,8$
„	11. —	„ „ „	1°	„	2 47,4
„	16. —	„ „ „	2°	„	1 55,8
„	19. —	„ „ „	1°	„	23 9,6
„	27. —	„ „ „	1°	„	1 3,4
„	27. —	„ „ „	3°	„	23 48,9
giugno	2. —	Fine „ „	2°	„	23 1,4
„	4. —	„ „ „	1°	„	23 34,6
„	10. —	„ „ „	2°	„	1 37,9
„	12. —	„ „ „	1°	„	1 28,6
„	20. —	„ „ „	1°	„	21 51,4
„	27. —	„ „ „	1°	„	23 45,7

I contatti apparenti dei satelliti gioviani con l'ombra del pianeta avvengono nel mese di maggio ad *ovest* del disco di Giove, cioè verso *sinistra* per un osservatore che usi un cannocchiale che inverta le immagini; nel mese di giugno, invece, avvengono ad *est* del disco di Giove, cioè verso *destra* per lo stesso osservatore.

Il 4 maggio a $3^h 9^m$ Giove passerà in *notevole congiunzione* con la Luna (Giove 5° 2′ al Nord della Luna). Il 31 maggio all'alba il pianeta brillerà pure al Nord della Luna, ma la congiunzione avverrà a $4^h 49^m$, dopo il tramonto dei due astri; analogo fenomeno potrà osservarsi dopo la mezzanotte del 26-27 giugno (congiunzione a $4^h 59^m$ dopo il tramonto dei due astri).

Saturno, non sarà osservabile nei due mesi, passando in congiunzione col Sole il 14 maggio a 19^h.

Urano, tra le costellazioni *Sagittario* e *Capricorno*, potrà osservarsi col cannocchiale nella seconda metà della notte verso levante (diam. equat. appar. da 3″,8 a 4″,0). Passerà in *notevole congiunzione* con la Luna l'8 maggio a $2^h 36^m$ (Urano 4° 41′ al Nord della Luna).

Nettuno, nella costellazione *Gemelli*, sarà osservabile col cannocchiale alla sera verso ponente (diam. equat. appar. 2″,2).

Dal 1° al 6 maggio si potranno osservare le *Aquaridi* (stelle cadenti con radiante vicino a η Aquario, rapide, a strascico).

Il 30 maggio la Luna *occulterà* la stella *Antares* (α Scorpii, grand. 1,2). Per *Torino* il fenomeno avviene, secondo i calcoli del consocio sig. Rodolfo Pirovano, nelle seguenti circostanze:

Immersione a $21^h 51^m 56^s$; ang. polo 115°,4
Emersione 23 10 18 ; " 290,2

Con un buon cannocchiale sarà possibile vedere, nonostante il chiarore della Luna quasi piena, il compagno *verde*, di 7ª grandezza, situato 3″ ad W della componente principale (verso *sinistra* se il cannocchiale rovescia le immagini).

Nelle notti di giugno serene e senza chiaro di Luna, da 23^h a 24^h osservare la *Via Lattea* con un buon binoccolo, specialmente nelle regioni del Cigno e dell'Aquila: spettacolo prodigioso!

Il 20 giugno la Luna *occulterà* la stella σ Leone (grand. 4,1).

Per *Torino* il Pirovano trovò:

Immersione (lembo oscuro) a $23^h 55^m$; ang. polo 114° (presso l'orizzonte). L'*Emersione* avviene a $0^h 48^m$ del giorno 21 dopo il tramonto dei due astri.

FIORENZO CHIONIO.

Nuove adesioni alla Società.

Giovanni Bellina, Venzone (Udine). — Cav. Stefano Carrara, Roma.

Errata-Corrige.

Pag.	riga	in luogo di	leggi
167		Fig. 1	Fig. 2
169		Fig. 2	Fig. 1
176	19ª	fig. 1 (pag. 167)	fig. 1 (pag. 169)
192	6ª	dell'equatore	dall'equatore
201	7ª	λ = 89° 48′.4 W.	λ = 89° 48′.4 E.
201	8ª	φ = 57° 19′.8	φ = 57° 19′.8 N.
203	16ª	δ = 0.272274 π	S = 0.272274 π
204	11ª	*del día 12 de abril 1917*	*del día 17 de abril 1912.*
206	8ª	circa a 900 metri	circa a 700 metri
206	9ª	sarà di 766 metri	sarà di 383 metri
210	37ª	Budapest	Bucarest
239	11ª	4a″	42″
240	35ª	Ribaudo	Rebaudi

A pag. 240 riga 4ª sotto *Grandezza* vanno soppresse le lettere *h m*. Nella stessa pagina, le ore dell'immersione e dell'emersione di *Antares* sono espresse in *tempo medio astronomico* del meridiano dell'Europa Centrale, e corrispondono alle seguenti:

$21^h 51^m 56^s$ e $23^h 10^m 18^s$ di *tempo medio civile* dell'Europa Centrale.

BALOCCO TOMMASO *gerente responsabile.*

Torino, 1912. — Stabilimento Tipografico G. U. Cassone via della Zecca, n. 11.